ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK PADA PENYULANG JEMBER KOTA DAN KALISAT DI PT. PLN APJ JEMBER

SKRIPSI

KONSENTRASI TEKNIK ENERGI ELEKTRIK

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh :

M. YUDISTYA PERDANA

NIM. 0610633043-63

KEMENTRIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2013

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK PADA PENYULANG JEMBER KOTA DAN KALISAT DI PT. PLN APJ JEMBER

SKRIPSI

KONSENTRASI TEKNIK ENERGI ELEKTRIK

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh :

M. YUDISTYA PERDANA

NIM. 0610633043-63

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Teguh Utomo, Ir, MT.	**DR. Ir. Harry Soekotjo Dachlan, M.S.**
NIP. 19650913 199103 1 003	NIP. 19490309 198602 1 001

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI PEMANFAATAN ARANG TEMPURUNG KELAPA UNTUK PERBAIKAN RESISTANSI PEMBUMIAN JENIS ELEKTRODA BATANG

SKRIPSI

KONSENTRASI TEKNIK ENERGI ELEKTRIK

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh :

M. YUDISTYA PERDANA

NIM. 06106333043-63

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 2 Agustus 2013

Majelis Penguji :

Ir. Hery Purnomo, MT.	**Drs. Ir. Moch. Dhofir, MT.**
NIP. 19550708 198212 1 001	**NIP. 19600701 199002 1 001**

Hadi Suyono, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730520 200801 1 013

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknik Elektro

DR. Ir. Sholeh Hadi Pramono, M.S.
NIP. 19580728 198701 1 001

PENGANTAR

اَلسَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللهِ وَبَرَكَاتُه

Alhamdulillahi robbil 'aalamiin, puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga skripsi dengan judul **"ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK PADA PENYULANG JEMBER KOTA DAN PENYULANG KALISAT DI PT. PLN APJ JEMBER "** dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini merupakan sebagian syarat kelulusan dalam memperoleh gelar kesarjanaan di Fakultas Teknik Jurusan Elektro Universitas Brawijaya Malang. Terhadap beberapa pihak yang terkait dalam proses penyelesaian skripsi ini disampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak DR. Ir. Sholeh Hadi Pramono, M.S selaku ketua Jurusan Teknik Elektro dan Bapak M. Aziz Muslim, ST., MT., PhD. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
2. Ibu DR. Rini Nur Hasanah., ST, M. Sc. Selaku KKDK paket A yang telah memberikan motivasi, bimbingan dan dorongan hingga terselesaikannya skripsi ini.
3. Bapak Ir. Teguh Utomo, MT. atas ide, bimbingan, arahan dan motivasi yang diberikan hingga terselesaikannya skripsi ini.
4. Bapak DR. Ir. Harry Soekotjo Dachlan, M.S. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak masukan dan koreksi dalam skripsi ini.
5. Ibu dan Bapakku tercinta serta adikku tersayang atas segala doa, kasih sayang, pengertian, dorongan moril maupun materiil selama ini.
6. Istri dan anakku yang telah memberikan do'a, dorongan, inspirasi dan motivasi selama ini sampai terselesaikannya skripsi ini.
7. Seluruh dosen dan staf karyawan di lingkungan Fakultas Teknik, khususnya Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
8. Seluruh rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro khususnya dari angkatan 2006, yang namanya tidak dapat disebutkan satu per satu dan konsentrasi Teknik Energi Elektrik (paket A), Yudistira Adi Guna, Lucky Dedi, Januar Mutaqin yang telah memberikan saran dan kritik yang sangat berguna demi kesempurnaan skripsi ini.

Tak ada gading yang tak retak, tersadar bahwa skripsi ini sangat jauh dari kesempurnaan, maka kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan dalam penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

وَالسَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللهِ وَبَرَكَاتُهُ

Malang, 30 Juli 2013
Penulis

M. Yudistya Perdana

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR ISI

PENGANTAR ..... i-ii
DAFTAR ISI iii
DAFTAR GAMBAR vi
DAFTAR TABEL viii
DAFTAR LAMPIRAN x
RINGKASAN. xi

BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 LATAR BELAKANG 1
1.2 RUMUSAN MASALAH 2
1.3 BATASAN MASALAH 3
1.4 RUANG LINGKUP 3
1.5 TUJUAN PENULISAN 3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN 3
1.7 LOKASI PENELITIAN 4

BAB II DASAR TEORI 5
2.1 SISTEM TENAGA LISTRIK 5
2.2 KONFIGURASI SISTEM DISTRIBUSI 6
2.2.1 Sistem Primer Radial 6
2.2.2 Sistem Primer Spindel 7
2.2.3 Sistem Jaringan Distribusi Loop 7
2.2.4 Sistem Jaringan Hantaran Penghubung 8
2.2.5 Sistem Jaringan Gugus atau Kluster 8
2.3 KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI 8
2.3.1 Laju Kegagalan 9
2.3.2 Laju Perbaikan 9
2.3.3 Laju Perbaikan per Tahun 10
2.3.4 Laju Perbaikan, Kegagalan, Perbaikan per Tahun Pada Penyulang Primer Radial 10
2.3.5 SAIDI 11

2.3.6 SAIFI 11
2.4 PROTEKSI DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK 11
2.4.1 Fuse Cut Out 12
2.4.2 Arester 14
2.4.3 PMS 15
2.4.4 PMT 15
2.4.5 Recloser 16
2.5 GANGGUAN 18
2.5.1 Pengertian Gangguan 18
2.5.2 Macam-macam Gangguan 19

BAB III METODE PENELITIAN 20
3.1 METODE PENELITIAN 20
3.2 DIAGRAM ALIR PENELITIAN 21
3.3 DIAGRAM SATU GARIS PENYULANG 22
3.4 DATA TRAVO 24
3.5 PROFIL GANGGUAN PENYULANG 24
3.5.1 Macam-macam gangguan penyulang 24
3.5.2 Profil gangguan penyulang di PT. PLN APJ Jember 25
3.6 PANJANG SKTM dan SUTM 26
3.7 DATA PELANGGAN PENYULANG 26
3.8 DATA FISIK JARINGAN 26
3.9 DATA FISIK ASET JARINGAN 27

BAB IV DATA DAN ANALISIS HASIL PENELITIAN 29
4.1 PERHITUNGAN NILAI REALISASI SAIDI DAN SAIFI 29
4.2 PERBANDINGAN KEANDALAN PENYULANG 39
4.2.1 Analisis nilai realisasi SAIDI dan SAIFI per tahun 39
4.2.2 Penyebab Gangguan Pada Penyulang 44
4.2.3 Perbandingan Jenis Gangguan Pada Penyulang 46
4.3 PERHITUNGAN SAIDI DAN SAIFI BERDASARKAN SPLN 47
4.3.1 Laju Perbaikan, Kegagalan, Perbaikan per Tahun Pada Penyulang Primer Radial 47
BAB V PENUTUP 56

5.1 KESIMPULAN 56
5.2 SARAN 57

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bagan sistem tenaga listrik	5
Gambar 2.2	Kondisi fisik Fuse cut out..	12
Gambar 2.3	Kondisi fisik Arrester..	15
Gambar 3.1	Flow Chart langkah – langkah penelitian	21
Gambar 3.2	Diagram satu garis penyulang Jember Kota	22
Gambar 3.3	Diagram satu garis penyulang Kalisat	23
Gambar 4.1	Grafik jumlah pelanggan padam penyulang JBRK tahun 2012	49
Gambar 4.2	Jam X pelanggan padam penyulang JBRK tahun 2012	50
Gambar 4.3	Grafik jumlah pelanggan padam penyulang KLST tahun 2012	52
Gambar 4.4	Grafik jam X pelanggan padam penyulang KLST tahun 2012	53
Gambar 4.5	Gangguan pada komponen penyulang Jember Kota	54
Gambar 4.6	Gangguan diluar komponen distribusi penyulang Jember Kota	54
Gambar 4.7	Gangguan pada komponen penyulang Kalisat	55
Gambar 4.8	Gangguan diluar komponen distribusi penyulang Kalisat	55

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Trafo 24
Tabel 3.2 Data Penyulang 27
Tabel 3.3 Data jenis dan panjang penghantar 27
Tabel 4.1 SAIDI - SAIFI Penyulang JBRK 39
Tabel 4.2 SAIDI - SAIFI Penyulang KLST 42
Tabel 4.3 Perbandingan jenis gangguan 46
Tabel 4.4 Perkiraan komponen distribusi keluar 48
Tabel 4.5 Operasi kerja dan pemulihan pelayanan 48
Tabel 4.6 Keandalan penyulang JBRK cabang 1 49
Tabel 4.7 Keandalan penyulang JBRK cabang 2 49
Tabel 4.8 Keandalan penyulang JBRK Bag 1 50
Tabel 4.9 Keandalan penyulang KLST cabang 1 52
Tabel 4.10 Keandalan penyulang KLST cabang 2 52
Tabel 4.11 Keandalan penyulang JBRK cabang 3 52
Tabel 4.12 Keandalan penyulang JBRK Bag 1 53
Tabel 4.13 Nilai SAIDI – SAIFI penyulang Jember Kota dan Kalisat 55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data PMT Trip PT. PLN APJ Jember selama tahun 2012
	Data Profil Gangguan Penyulang
	Data panjang SKTM dan SUTM
	Data Jumlah pelanggan penyulang JBRK per Gardu Distribusi
	Data Jumlah pelanggan penyulang KLST per Gardu Distribusi
Lampiran 2	Data gangguan PT. PLN APJ Jember selama tahun 2012

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

RINGKASAN

M. YUDISTYA PERDANA (NIM. 0610633043), Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Juli 2013, **"Analisis Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Pada Penyulang Jember Kota dan Kalisat Di PT. PLN APJ Jember"**. Dosen Pembimbing: **Ir. Teguh Utomo, MT.** dan **DR. Ir. Harry Soekotjo Dachlan., M.S**.

Sistem Tenaga Listrik adalah sekumpulan pusat listrik dan gardu induk (pusat beban) yang satu sama laindihubungkan oleh jaringan transmisi sehingga merupakan sebuah kesatuan interkoneksi. Pada sistem distribusi tenaga listrik terdapat sisi sumber yaitu PLN sebagai penyedia dan pendistribusian sumber tenaga listrik, dan sisi pelanggan sebagai pemakai energi listrik.

Untuk dapat mengetahui mutu pelayanan pendistribusian sumber tenaga, maka kita perlu mengetahui keandalan darisistem distribusi tersebut dalam menanggapi atau melayani konsumen dengan menganalisa atau mengidentifikasi penyebab gangguan dan menghitung nilai realisasi SAIDI dan SAIFI pada penyulang.

Pada penyulang Karang Tengah dan penyulang Sekarwangi, sering kali terjadi pemadaman yang mengakibatkan keandalan sistem menjadi rendah. Untuk mengukur indeks keandalan tersebut biasanya digunakan indikator SAIDI (System Average Interuption Duration Index) yaitu rata-rata durasi pemadaman sistem dan indikator SAIFI (System Average Interuption Frequency Idex) yaitu rata-rata frekuensi padamnya sistem.

Penyulang Karang Tengah mempunyai nilai realisasi SAIDI per tahun sebesar 3,987 jam/tahun, dan SAIFI per tahun sebesar 8,343 pemadaman/tahun, dalam artibahwa SAIDI-SAIFI di penyulang Karang Tengah relatif sedikit dari nilai realisai yang ditargetkan. Halini menunjukkan bahwa penyulang Karang tengah mempunyai tingkat keandalan yang tinggi.

Penyulang sekarwangi mempunyai nilai realisasi SAIDI sebesar 8,345 jam/tahun dan SAIFI sebesar 7,085 pemadaman /tahun, dalam arti bahwa SAISIdi penyulang Sekarwangi relative banyak terjadi penyimpangan nilai realisasi dari yang ditargetkan PT. PLN APJ sukabumi. Hal ini menunjukkan bahwa penyulang sekarwangi mempunyai tingkat keandalan yang rendah.

Kata kunci : sistem distribusi, keandalan, SAIFI, SAIDI.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Kebutuhan akan tenaga listrik dari pelanggan selalu bertambah dari waktu ke waktu. Untuk tetap dapat melayani kebutuhan tenaga listrik, maka sistem distribusi tenaga listrik haruslah dikembangkan seiring dengan kenaikan kebutuhan akan tenaga listrik dari para pelanggan. Penyedia energi listrik yang berkecukupan berperan sangat vital pada pengembangan ekonomi daerah, yang antara lain meliputi sektor - sektor penyediaan prasarana pemukiman, fasilitas industri dan bisnis, jasa dan sektor lainnya. Penggunaan tenaga listrik pada saat ini tidak hanya digunakan untuk perusahaan - perusahaan besar, melainkan digunakan juga untuk kebutuhan masyarakat, seperti pada jasa transportasi, peralatan rumah tangga dan lain-lain.

Pilihan penggunaan tenaga listrik dalam menunjang berbagai aktifitas ekonomi tersebut sangat wajar, mengingat berbagai kemudahan yang ditawarkan sebagai suatu bentuk energi sekunder. Dibalik segala kemudahan yang ditawarkan tersebut, penyediaan tenaga listrik hingga masing – masing konsumen terakhir, melewati proses yang cukup panjang, yang secara garis besar terbagi atas tiga bagian, yaitu: pembangkitan, transmisi dan distribusi. Sistem ketenagalistrikan yang terdiri atas tiga fungsi tersebut saling berkaitan satu dan lainnya.

PLN merupakan instansi negara yang mempunyai posisi strategis dalam penyediaan tenaga listrik bagi masyarakat. Sesuai dengan tingkat pertumbuhan kelistrikan di Indonesia, maka PLN tidak hanya berusaha memenuhi permintaan daya yang meningkat, akan tetapi juga memperbaiki keandalan dan mutu pelayanan. Pembangkitan tenaga listrik merupakan konversi dari energi primer, seperti: batubara, minyak, gas dan lainnya menjadi energi listrik yang selanjutnya ditransmisikan ke pusat beban, dan melalui penyulang didistribusikan hingga ke titik yang diperlukan. Pendistribusian energi listrik sering kali menghadapi kendala atau gangguan yang mengakibatkan terjadinya pemadaman listrik.

Dari data PMT trip di Penyulang Jember Kota dan Penyulang Kalisat menunjukkan Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik yang rendah pada salah satu penyulang,

sehingga citra PLN menjadi tidak baik bagi pelanggannya. Sejalan dengan itu perlu dikembangkan suatu cara penilaian terhadap keandalan penyulang yang berkaitan erat dengan tingkat mutu pelayanan PLN. Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik antara lain disebabkan oleh banyaknya gangguan, lamanya pemadaman yang diakibatkan oleh tripnya penyulang, kondisi jaringan penyulang, dan juga jenis penghantar yang digunakan.

Seiring dengan tuntutan pelanggan untuk mendapatkan pelayanan yang prima, maka PLN berusaha untuk meningkatkan nilai keandalan penyulang. Pengukuran terhadap realisasi besaran keandalan disisi pelanggan diantaranya terdiri dari: lama gangguan per pelanggan dan jumlah gangguan per pelanggan. PT. PLN pun senantiasa menekan angka SAIDI (Sistem Average Interuption Duration Index) pelanggannya, untuk meningkatkan Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik.

Terdapat dua indikator yang sering digunakan, yaitu : Indeks frekuensi pemadaman rata-rata (f) yang dikenal sebagai SAIFI (Sistem Average Interruption Frequency Index), serta Indeks lama pemadaman rata-rata (d) yang dikenal sebagai SAIDI (Sistem Average Interuption Duration Index).

Permintaan tingkat mutu pelayanan sebagai pegangan dalam menilai penampilan, menentukan tingkat keandalan dari penyulang dan sebagai tolak ukur terhadap kemajuan atau menentukan proyeksi yang akan dicapai PLN. Target PLN dibuat dan ditentukan oleh pihak PLN yaitu PT. APJ Jember berdasarkan perhitungan beban penyulang. Nilai SAIFI dan SAIDI masih lebih besar jika dibandingkan dengan perhitungan berdasarkan SPLN. Berdasarkan hal diatas timbul ide menjadikan Sistem keandalan sebagai fokus Tugas Akhir, dengan judul: “Analisis Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Pada Penyulang Jember Kota dan Penyulang Kalisat di PT. PLN (Persero) APJ Jember”.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Adapun identifikasi masalah yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana kondisi Penyulang Jember Kota dan Penyulang Kalisat di PT. PLN APJ Jember selama tahun 2012.
2. Seberapa banyak gangguan pada Penyulang Jember Kota dan Penyulang Kalisat selama tahun 2012.

3. Seberapa lama gangguan pada Penyulang Jember Kota dan Penyulang Kalisat selama tahun 2012.
4. Perhitungan nilai SAIDI – SAIFI pada kedua Penyulang

1.3 BATASAN MASALAH

1. Tidak membahas Jaringan Tegangan Rendah
2. Gangguan dan lama gangguan yang terjadi pada Penyulang Jember Kota dan Penyulang Kalisat selama tahun 2012.
3. Kondisi Penyulang Jember Kota dan Penyulang Kalisat di PT. PLN APJ Jember selama tahun 2012.

1.4 RUANG LINGKUP

1. Menganalisis laju kegagalan dan laju perbaikan dalam satu tahun pada kedua penyulang.
2. Menganalisis banyaknya gangguan yang terjadi pada kedua penyulang dalam satu tahun.
3. Menganalisis nilai realisasi SAIDI dan SAIFI.

1.5 TUJUAN

Dalam penelitian ini bertujuan untuk menentukan tingkat keandalan dari penyulang dan sebagai tolak ukur terhadap kemajuan atau menentukan proyeksi yang akan dicapai PLN.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Untuk memudahkan pembacaan dan pemahaman terhadap laporan skripsi ini, maka diberikan sistematika penulisan laporan skripsi sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN: Bab ini membahas tentang latar belakang masalah, identifikasi masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metodologi penelitian, sistematika penulisan dan lokasi penelitian.

BAB II LANDASAN TEORI: Bab ini membahas tentang teori dasar yang berkaitan dengan keandalan sistem distribusi tenaga listrik.

BAB III METODE PENELITIAN DAN DATA PENELITIAN: Bab ini membahas tentang masalah sistem distribusi tenaga listrik di PT. PLN APJ Jember.

Dibahas juga data-data pendukung yang ada di lapangan untuk menghitung sistem keandalan khususnya pada penyulang.

BAB IV ANALISIS DAN PERHITUNGAN: Bab ini membahas tentang perhitungan sistem keandalan distribusi dan analisis dari perhitungan tersebut.

BAB V PENUTUP: Bab ini berisikan kesimpulan dari hasil penelitian serta saran-saran yang diambil sebagai masukan yang bermanfaat dan dapat dipergunakan oleh pihak yang berkepentingan.

1.7 LOKASI PENELITIAN

Lokasi penelitian dilakukan di PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur dan Jember, Area Pelayanan dan Jaringan (APJ) Jember.

BAB II

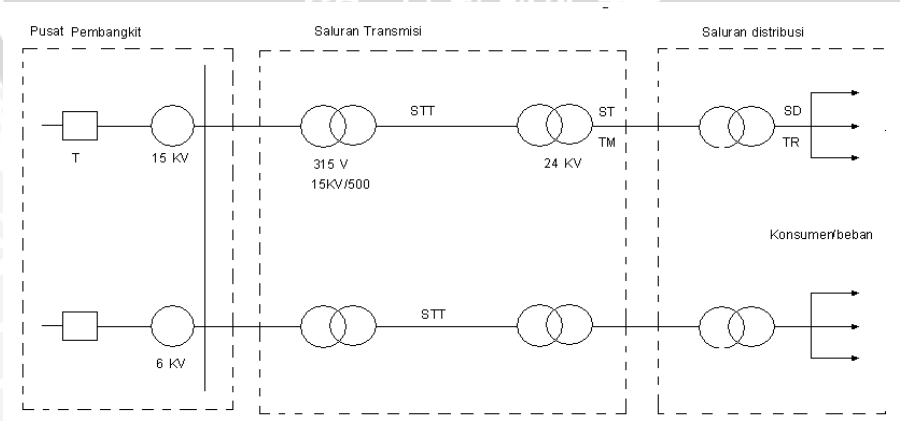
DASAR TEORI

2.1 Sistem Tenaga Listrik

Yang dimaksud dengan sistem di sini adalah semua unsur yang secara teratur saling berhubungan dan saling bekerja sama sehingga menghasilkan sesuatu. Jadi, yang dimaksud dengan tenaga sistem tenaga listrik adalah beberapa unsur perangkat peralatan yang terdiri dari pembangkitan, penyaluran, distribusi dan pelanggan, dimana yang satu dengan yang lainnya saling berhubungan dan bekerja sama sehingga menghasilkan tenaga listrik. Pada dasarnya sistem tenaga listrik dibagi menjadi (empat) bagian yaitu:

1. Pusat Pembangkit
2. Saluran Transmisi
3. Saluran Distribusi
4. Pelanggan

Tenaga listrik yang dihasilkan oleh generator pusat pembangkit pada umumnya berkisar antara 6,6 kV. Sebelum disalurkan melalui suatu saluran transmisi maka tegangan listrik tersebut dinaikkan menajadi 70 kV, 150 kV atau 550 kV. Sistem transmisi adalah proses penyaluran energi listrik tegangan tinggi dari suatu tempat ke tempat lain atau dari pembangkit listrik ke Gardu Induk atau dapat juga dari suatu Gardu Induk lain.



Gambar 2.1 Bagan sistem tenaga listrik

Pada Gardu Induk, tenaga listrik tersebut tegangannya diturunkan dan kemudian didistribusikan ke pelanggan - pelanggan melalui sistem saluran distribusi. Bagi

pelanggan besar umumnya mengunakan tegangan 20 kV, sedangkan pelanggan kecil dan menengah memerlukan trafo istribusi untuk menurunkan tegangan dari 20 kV menjadi 220 V /380 V.

Apabila saluran distribusi tegangan menengah menyalurkan tenaga listrik bertegangan tinggi ke pusat - pusat beban dalam jumlah besar, maka saluran distribusi tegangan rendah berfugsi membagikan tenaga listrik tersebut kepada pihak pemakai melalui saluran tegangan rendah.

Secara umum saluran distribusi terdiri dari beberapa bagian, yaitu:

1. Gardu Induk
2. Jaringan distribusi primer
3. Gardu hubung
4. Trafo distribusi
5. Jaringan distribusi sekunder

Di Gardu Induk (GI) energi listrik didistribusikan melalui penyulang yang berupa saluran udara dan saluran kabel tanah. Pada penyulang didistribusikan ini terdapat gardu-gardu distribusi. Fungsi gardu distribusi ini memerlukan tegangan menengah (TM) menjadi tegangan rendah (TR). Konsumen tenaga listrik disambung dari Jaringan Tegangan Rendah (JTR) melalui Saluran Rumah (SR). Dari saluran Rumah (SR), energi listrik masuk ke Alat Pembatas dan Pengukur (APP) terlebih dulu sebelum memasuki instalasi rumah milik konsumen.

2.2 Konfigurasi Sistem Distribusi

Dalam sistem distribusi terdapat beberapa sistem penyaluran tenaga listrik. Tujuan dari pembagian ini untuk memberikan tingkat keandalan penyaluran daya listrik yang lebih baik dan efektif, selain itu juga difungsikan untuk meminimalisir terjadinya gangguan pada sistem distribusi. Jaringan Pada Sistem Distribusi tegangan menengah (Primer 20kV) dapat dikelompokkan menjadi lima model, yaitu Jaringan Radial, Jaringan Lingkaran (Loop), dan Jaringan Spindel.

2.2.1 Sistem Primer Radial

Sistem primer radial merupakan sistem yang paling sederhana dibandingkan dengan sistem lainnya. Sistem ini di *supply* melalui satu jalur saja tanpa adanya jalur cadangan, jadi apabila terjadi gangguan pada salah satu beban yang menyebabkan pengaman bekerja, maka secara otomatis seluruh *supply* ke beban yang ada akan mati secara keseluruhan.

Sistem ini dipergunakan untuk jaringan yang tidak membutuhkan tingkat keandalan yang tinggi, karena sistem ini mempunyai tingkat keandalan yang rendah serta mempunyai kerugian jaringan yang sangat besar, namun sistem ini sangat mudah untuk dioperasikan.

Sistem ini mempunyai 2 bentuk sistem yaitu bentuk bintang (*star network*) dan bentuk percabangan (*branch network*).

2.2.2 Sistem Primer Spindel

Sistem ini merupakan jaringan tingkat keandalan yang tinggi dan banyak digunakan pada sistem jaringan listrik, sistem spindel merupakan pengembangan sistem ring yaitu dengan menambahkan satu saluran yang tidak berbeban. Fungsi dari saluran ini sebagai *supply* cadangan apabila terjadi gangguan, dan saluran ini biasanya disebut dengan saluran *express.*

Keandalan sistem ini dapat dilihat dengan adanya saluran *express* yang berfungsi sebagai saluran pengganti bila terjadi gangguan pada kedua saluran. Jadi saat CB 2 dan CB 3 bekerja, maka GH akan tetap mempunyai energi listrik, sehingga dapat men*supply* beban yang tidak mengalami gangguan.

2.2.3 Sistem Jaringan Distribusi Loop.

Jaringan ini merupakan bentuk tertutup, disebut juga bentuk jaringan ring. Susunan rangkaian saluran membentuk ring, seperti terlihat pada gambar 2.3 yang memungkinkan titik beban terlayani dari dua arah saluran, sehingga kontinuitas pelayanan lebih terjamin serta kualitas dayanya menjadi lebih baik, karena drop tegangan dan rugi daya saluran menjadi lebih kecil.

Bentuk sistem jaringan distribusi loop ini ada 2 macam yaitu :

a. Bentuk open loop, bila dilengkapi dengan normallly open switch yang terletak pada salah satu bagian gardu distribusi, dalam keadaan normal rangkaian selalu terbuka.
b. Bentuk close loop, bila dilengkapi dengan normally close switch yang terletak pada salah satu bagian diantara gardu distribusi, dalam keadaan normal rangkaian selalu tertutup.

Struktur jaringan ini merupakan gabungan dari dua buah struktur jaringan radial, dimana pada ujung dari dua buah jaringan dipasang sebuah pemutus (PMT), pemisah (PMS). Pada saat terjadi gangguan, setelah gangguan dapat diisolir, maka pemutus atau

pemisah ditutup sehingga aliran daya lidtrik ke bagian yang tidak terkena gangguan tidak terhenti. Pada umumnya penghantar dari struktur ini mempunyai struktur yang sama, ukuran konduktor tersebut dipilih sehingga dapat menyalurkan seluruh daya listrik beban struktur loop, yang merupakan jumlah daya listrik beban dari kedua struktur radial.

Jaringan distribusi loop mempunyai kualitas dan kontinuitas pelayanan daya yang lebih baik, tetapi biaya investasi lebih mahal dan cocok digunakan pada daerah yang padat dan memerlukan keandalan tinggi.

2.2.4 Sistem Jaringan Hantaran Penghubung (Tie Line).

Sistem distribusi Tie Line seperti Gambar 2.7. digunakan untuk pelanggan penting yang tidak boleh padam (Bandar Udara, Rumah Sakit, dan lain-lain). Sistem ini memiliki minimal dua penyulang sekaligus dengan tambahan Automatic Change Over Switch / Automatic Transfer Switch, setiap penyulang terkoneksi ke gardu pelanggan khusus tersebut sehingga bila salah satu penyulang mengalami gangguan maka pasokan listrik akan di pindah ke penyulang lain.

2.2.5 Sistem Jaringan Gugus atau sistem kluster.

Konfigurasi Gugus seperti pada Gambar 2.8. banyak digunakan untuk kota besar yang mempunyai kerapatan beban yang tinggi. Dalam sistem ini terdapat Saklar Pemutus Beban, dan penyulang cadangan.

Dimana penyulang ini berfungsi bila ada gangguan yang terjadi pada salah satu penyulang konsumen maka penyulang cadangan inilah yang menggantikan fungsi suplai kekonsumen.

2.3 Keandalan Sistem Distribusi

Keandalan adalah kemungkinan dari sistem untuk dapat bekerja optimal untuk waktu yang telah ditentukan dalam berbagai kondisi. Pelayanan tenga listrik sangat menentukan efektifitas kegiatan masyarakat. Untuk dapat mengetahui dari mutu pelayanan tersebut, maka kita perlu mengetahui keandalan dari sistem tersebut dalam menanggapi atau melayani konsumen. Pengertian keandalan itu sendiri menurut sudut pandang kelistrikan adalah kemungkinan dari suatu atau kumpulan benda akan memuaskan kerja pada keadaan tertentu dan periode waktu yang telah ditentukan.

Untuk mengetahui keandalan dari suatu distribusi diantaranya dapat dilakukan dengan menghitung rata-rata durasi frekwensi gangguan (*interruptions*) yang sering terjadi pada beban (*customer*) atau sering kita sebut dengan perhitungan SAIDI –

SAIFI. Tentu saja sistem dengan tingkat keandalan yang rendah bisa merugikan pihak konsumen dan pihak produsen juga, apalagi pelanggan dengan konsumsi daya yang tinggi untuk produksi, padamnya sistem bisa berpengaruh pada proses produksi. Oleh karena itu dibutuhkan data - data dari setiap gangguan yang terjadi pada pelanggan, untuk menunjukkan tingkat keandalan sistemnya, selanjutnya data tersebut bisa dianalisa untuk meningkatkan keandalan dari sistem yang ada. Data - data keandalan antara lain sebagai berikut :

2.3.1 Laju kegagalan (λ)

Laju kegagalan adalah banyaknya kegagalan operasi yang terjadi pada suatu alat dalam suatu periode tertentu. Bila dimisalkan (f) adalah jumlah kegagalan selama selang waktu percobaan dan total waktu percobaannya adalah (T), maka laju kegagalannya adalah :

$$\lambda = \frac{f}{T}$$

Dimana: λ = Angka kegagalan

F = Jumlah kegagalan selama selang waktu percobaan

T = Jumlah lamanya selang waktu

Dalam perhitungannya dapat dengan cara per tahun, per bulan, dll. Pada sistem distribusi biasanya dipakai perhitungan per tahun. Dengan perhitungan angka kegagalan rata - rata:

$$\lambda = \sum_i \lambda_i$$

$$\text{SAIFI} = \frac{Jumlah\ Total\ Pelanggan\ Padam}{Jumlah\ Total\ Pelanggan\ Yang\ Dilayani} = \frac{\sum \lambda_i N_i}{\sum N_i}$$

2.3.2 Laju perbaikan (r)

Laju perbaikan adalah waktu yang dibutuhkan suatu alat yang gagal atau keluar untuk beroperasi kembali dengan cara diganti atau diperbaiki, dengan satuan jam. Dalam perhitungannya untuk mendapatkan waktu kegagalan rata-rata yang dialami oleh sebuah alat, maka:

$$\text{r} = \frac{U}{\lambda} = \frac{\sum_i \lambda_i\ r_i}{\sum_i \lambda_i}$$

Dimana : U = Waktu kegagalan per tahu (Jam / tahun).

λ = Angka kegagalan per tahun (Gangguan / tahun)

r = Waktu kegagalan (Jam)

2.3.3. Laju perbaikan per tahun (U)

Laju perbaikan per tahun adalah banyaknya waktu perbaikan rata - rata per tahun pada suatu alat. Diperoleh dengan cara mengalikan angka kegagalan dan waktu keluar alat tersebut, maka :

$$U = \sum_i \lambda_i r_i$$

Dimana :

U = Waktu kegagalan per tahun (Jam/tahun)

λ = Angka kegagalan per tahun (Gangguan/tahun)

r = Waktu kegagalan (Jam)

$$\text{SAIDI} = \frac{Jumlah\ Total\ Durasi\ Pelanggan\ Padam}{Jumlah\ Total\ Pelanggan\ Yang\ Dilayani} = \frac{\sum U_i N_i}{\sum N_i}$$

Dimana :

U_i = Waktu keluar per tahun pada bagian i

N_i = Jumlah pelanggan pada bagian i

2.3.4. Laju perbaikan (r), laju kegagalan (λ), Laju perbaikan per tahun (U) pada penyulang sistem radial

Gambar di atas merupakan diagram satu jaringan distribusi radial. Cara perhitungan laju perbaikan (r), laju kegagalan (λ), laju perbaikan per tahun (U) pada penyulang sistem radial adalah sebagai berikut:

Laju kegagalan (λ) penyulang percabangan.

$$\lambda_n = \lambda_{Bagian\ n} + \lambda_{Bagian\ n1} + \lambda_{Cabang\ n}$$

Laju Kegagalan(λ) penyulang total.

$$\lambda_n = \frac{\lambda_n + \lambda_{n1} + \lambda_{n2} + \lambda_{n3} + \lambda_{n4} + \lambda_{n5}}{\sum Cabang_n}$$

Laju perbaikan (r) penyulang percabangan.

$$r_n = \frac{\lambda_{Bagian-n} \cdot r_{Bagian-n} + \lambda_{Bagian-n1} \cdot r_{Bagian-n1} + \lambda_{Cabang-n} \cdot r_{Cabang-n}}{\lambda_1}$$

Laju perbaikan (r) penyulang total.

$$r_{n\ total} = \frac{r_n + r_{n1} + r_{n2} + r_{n3} + r_{n4} + r_{n5}}{\sum Cabang_n}$$

Laju perbaikan per tahun (U) penyulang percabangan.

$$U_n = \lambda_n . r_n$$

Laju perbaikan per tahun (U) penyulang total.

$$U_{n\,total} = \frac{U_n + U_{n1} + U_{n2} + U_{n3} + U_{n4} + U_{n5}}{\sum Cabang_n}$$

2.3.5. SAIDI (*Sistem Average Interuption Duration Indeks)*

SAIDI atau *Sistem Average Interuption Duration Indeks* merupakan indekx rata - rata dari jumlah durasi gangguan pada pelanggan selama 1 tahun. Indeks ini ditentukan dengan membagi jumlah seluruh durasi gangguan pada pelanggan tiap tahun dengan total jumlah pelnggan yang dilayani dengan hasil jam / pelanggan, dengan rumus :

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum_{i=1}^{m} C_i t_i}{N} \text{ Jam / tahun}$$

Dimana : m = Jumlah pemadaman dalam satu tahun

t_i = Lamanya tiap - tiap pemadaman

C_i = Jumlah konsumen yang mengalami pemadaman

N = Jumlah konsumen yang dilayani

2.3.6. SAIFI (*Sistem Average Interuption Frequncy Indeks*)

SAIFI atau *Sistem Average Interuption Frequency Indeks* merupakan indeks rata - rata dari jumlah gangguan per tahun. Indeks ini ditentukan dengan cara membagi jumlah gangguan per tahun yang terjadi pada pelanggan yang dilayani dengan jumlah total keseluruhan pelanggan yang dilayani.

$$\text{SAIFI} = \frac{\sum_{i=1}^{m} C_i}{N} \text{ Pemadaman / tahun}$$

Dimana : m = Jumlah pemadaman dalam satu tahun

N = Jumlah konsumen yang dilayani

2.4. Proteksi Distribusi Tenaga Listrik

Dalam distribusi, pembangkitan, dan transmisi energi listrik, gangguan selalu terjadi. Pada umumnya gangguan tersebut merupakan hubung singkat, baik hubung singkat antar fasa atau fasa dengan tanah atau keduanya. Gangguan itu menimbulkan arus yang besar dan dapat merusak peralatan sehinga diperlukan pengaman untuk mengamankan peralatan sehingga diperlukan pengaman untuk mengamankan peralatan dan sistem yang ada. Beberapa pengaman yang sering digunakan antara lain:

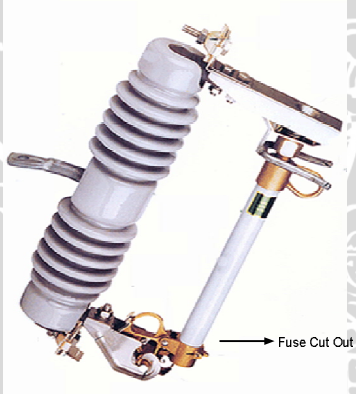
1. Fase Cut out /Pelebur.
2. Arester.
3. Pemisah (PMS)

4. Pemutus Tenaga (PMT).
5. Recloser.

2.4.1 Fuse Cut Out

Fungsi umum pelebur dalam suatu rangkaian listrik adalah setiap saat menjaga atau mengamankan rangkaian berikut peralatan atau perlengkapan yang tersambung padanya dari kerusakan, dalam batas nilai pengenalnya. Kesempurnaan kerja pelebur tidak hanya tergantung ketelitian pembuatnya, tetapi juga pada ketepatan penggunaannya dan perhatian atau perawatan yang diberikan padanya setelah dilakukan pemasangan. Jika pelebur tidak secara tepat digunakan dan dipelihara, dapat menimbulkan kerusakan berarti pada peralatan yang dilindungi.

Pengaman ini banyak digunakan pada sistem jaringan distribusi 20 kV karena disamping harganya murah juga mudah dalam pemasangannya dan dalam pengoperasiannya. Kelemahan dan fuse ialah penggunaannya terbatas pada daya yang kecil. Fuse ini dilengkapi pemadam busur api yang timbul pada saat terjadi gangguan.



Gambar 2.2 Kondisi fisik Fuse cut out

Yang diperhatikan dalam penggunaan fuse adalah sebagai berikut:

A. Macam - macam Fuse

Pengaman yang digunakan untuk tegangan di atas 600 Volt digolongkan dalam "*Distribution Cut Out"* atau *"Power Fuse"*.

Berdasarkan cara kerjanya fuse dibedakan menjadi:

1. *Current Zero Awaiting Type,* contohnya *Expultion Fuse*
2. *Current Zero Shifting Type,* contohnya *Current Limiting*

Sedang berdasarkan bentuk dan fisiknya fuse dapat dibedakan menjadi:

1. *Enclosed* (tertutup)
2. *Open* (terbuka)

3. *Open Link* (elemen terbuka)

B. Pemasangan fuse

Fuse harus dipasang sesuai dengan petunjuk pembuatannya. Bagi fuse yang berkutub ganda tiga (tiga fasa), maka jarak antar kutub tidak boeh dipasang kurang dari ketentuan pembuatannya. Bila ada pengarauh lingkungan, maka jarak bebas yang aman perlu diatur sesuai ketentuan pembuatannya.

C. Pemilihan Arus Pengenal Fuse

Arus pengenal anak peleburharus dipilih berdasarkan parameter-parameter sebagai berikut:

1. Arus nominal dan kemungkinan beban lebih dari rangkaian (sirkit), termasuk arus harmonisa.
2. Gejala *trancient* di rangkaian karena pengaruh pemutusan atau penghubungan peralatan seperti transformator, motor, atau kapasitor.
3. Koordinasi dengan alat pengaman lain, bila ada.

Arus pengenal pelebur biasanya lebih besar dari pada beban nominal. Rekomendasi pemeliharaannya biasanya diberikan oleh pembuatannya. Arus pengenal ditentukan berdasarkan kenaikan susu anak pelebur yang diuji di udara terbuka atau dalam minyak. Bila pelebur digunakan atau dipasang dalam selungkup, maka arus pengenalnya harus diturunkan nilainya agar dapat tetap sesuai dengan kebutuhan kenaikan suhunya, oleh karena itu anak pelebur dapat mempunyai arus pengenal yang berlainan tergantung macam selungkupnya.

Anak pelebur yang dibebani arus melebihi kemampuan arus terus menerusnya, terutama beban lebih yang terjadi berulang kali, dapat menyebabkan kerusakan atau penuaan yang dapat merusak karakteristik waktu arusnya. Untuk pelebur jenis pembatas arus, bila arus lebih ini nilainya kurang dari arus pemutus minimnya, dan menyebabkan elemen peleburnya meleleh, maka kemungkinan anak pelebur meleleh dan gagal memutus arus tersebut.

D. Pemilihan Kelas Pelebur

- Pemilihan kelas pelebur jenis pelebur pembatas arus.

  Sesuai dengan tujuan penggunaannya apakah sebagai satu - satunya pengaman atau digunakan bersama alat pengaman yang lain. Pelebur jenis pembatas arus dibagi dalam kelas serba guna usaha dan kelas "*Back Up*".
- Pemilihan kelas pelebur jenis Letupan

Di dalam jenis letupan ini, pelebur terbagi menjadi 2 kelas, antara lain : Kelas 1, Pelebur ini biasanya digunakan untuk mengamankan bangku (*bank*) transformator besar, trafo tegangan dan kapasitator *bank* untuk perbaikan faktor daya pada daya kecil, atau mengamankan saluran cabang dari saluran udara pada sistem distribusi.

E. Lokasi Pemasangan dari Masing-Masing Jenis

Sesuai dengan sifat dan penampilannya, maka pada umunya pelebur jenis letupan disarankan digunakan untuk pasangan luar sebagai pengaman trafo distribusi tiang maupun cabang saluran udara dan jenis pembatas arus untuk pasangan dalam di dalam bangunan gardu atau dalam lemari hubung (*Cubide*) sebagai pengaman Trafo distribusi maupun kabel pelayanan.

Pemilihan pelebur sebagai pengaman saluran distribusi tegangan menengah harus didasarkan atas facktor-faktor sebagai berikut :

1. Kemampuan pelebur terhadap arus beban maksimum yang terus menerus, yang mencakup arus beban nominal, beban lebih harmonisa, dan perakiraan cadangan untuk pertumbuhan beban yang akan dating.
2. Koordinasi yang sebaik-baiknya dengan alat pengaman yang lain (PMT, Recloser, dan Pelebur), baik yang berada di sisi hulu (sumber) maupun di sisi hilir (bebannya).
3. Kemampuan pemutusan dari pelebur, khususnya bagi pelebur jenisl letupan yang dipasang dekat Gardu Induk atau Sumber daya.
4. Batas ketahanan penghantar terhadap arus hubung singkat.

Jadi, pelebur yang dipilih haruslah sekaligus tahan terhadap arus, beban, dapat dikoordinasikan secara baik dengan alat pengaman yang lain, mempunyai kemampuan pemutusan terhadap arus hubunh singkat yang mungkin terjadi setempat dan dapat melindungi penghantar yang diamankan akibat arus lebih.

2.4.2. Arrester

Arrester adalah alat proteksi bagi peralatan listrik terhadap tegangan lebih, yang disebabkan oleh surja atau petir atau surja hubung (*switch surge*). Alat ini bersifat sebagai *by-pass* di sekitar isolasi yang membentuk jalan dan mudah dilalui oleh arus kilat sistem pentanahan sehingga tidak menimbulkan tegangan lebih tinggi dan tidak merusak isolasi peralatan listrik.

Jadi, pada keadaan normal arrester berlaku sebagai isolator, bila timbul tegangan surja, alat ini bersifat sebagai konduktor yang tahannya relative rendah. Sehingga dapat

melewatkan arus yang tinggi ke tanah. Setelah surja hilang, arrester harus cepat kembali menjadi isolator.

Gambar 2.3 Kondisi fisik Arrester

2.4.3. Pemisah (PMS)

PMS adalah nama lain dari *Insulating (disconnecting) switch.* OMS ini hanya boleh dioperasikan dalam keadaan tidak berbeban. Posisi pisau-pisau (ujung kontak) PMS harus dapat dilihat secara visual kedudukannya, baik dalam kondisi menutup atau terbuka. Hal ini dilakukan untuk keselamatan pengoperasian.

Pemisah (PMS) atau *Dsiconnecting Switch (DS),* adalah peralatan hubung yang berfungsi untuk memisahkan satu rangkaian dengan rangkaian yang lain pada konisi tidak berbeban. Pada PMS tidak ada proses peredaman busur api listrik.

Dalam pelaksanaan penggunaan pada rangkaian sistem bahwa PMT dan PMS daling berpasangan sesuai dengan peranannya. Apabila menghubungkan dari jaringan (rel) ke beban maka PMS dahulu yang dioperasikan, kemudian beriktunya PMT dioperasikan. Demikian sebaliknya apabila akan melepas dari jaringan ke beban, maka PMT dimatikan (*off)* terlebih dahulu, dan kemudian PMS dimatikan. Urutan operasi antara PMT dan PMS ‘tidak boleh salah”. Hal ini berakibat terbakarnya PMS, karena PMS berfungsi memisahkan rangkaian pada kondisi tanpa beban (tidak ada arus).

2.4.4. Pemutus Tenaga (PMT)

PMT digunakan memutus tenaga listrik, semakin tinggi tegangan yang digunakan, maka semakin sulit proes pemutusan rangkaian listriknya. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi pula tegangan *transient* yang terjadi pada waktu rangkaian terputus.

Dalam prakteknya, sebuah PMT umumnya dikombinasikan dengan 3 PMS yaitu 2 PMS di depan dan di blakang PMT dan 1 buah PMS tanah yang dugunakan untuk mentanahkan bagian instalasi yang akan dibebaskan dari tegangan yang selanjutnya disentuh agar aman untuk dioperasikan.

Dalam operasinya PMT harus dapat bekerja dengan optimal, yaitu penutupan dan pembukaan PMT memrlukan gerakan mekanis yang cepat dan tegas apabila gerakan PMT lambat maka proses pemutusan busur listrik akan gagal. Untuk mendapatkan gerakan yang cepat dan tegas, maka diperlukan suatu mekanisme (*switchgear*) penggereak berdasarkan energi pegas atau energi uadara tekan (*pneumatic*) atau energi takaran minyak (*hydrolic*).

2.4.5. Recloser

Recloser adalah peralatan proteksi arus lebih secara otomatis membuka menutup kembali dan membuka terus (*lock out*) setelah beberapa kali untuk menghilangkan gangguan sementara atau kegagalan isolasi permanen. Recloser dapat bekerja secara otomatis untuk mengamankan sistem dari arus lebih yang diakibatkan adanya gangguan hubung singkat. Bekerjanya untuk menutup balik dan membuka secara otomatis dan dapat diatur selang waktunya.

Gangguan yang bersifat temporer tidak menyebabkan recloser sampai *lock out.* Apabila gangguan bersifat permanen, maka setelah membuka dan menutup balik sebanyak setting yang ditentukan sebelumnya, recloser akan *lock out* sehingga seksi yang dianggap masih ada gangguan akan terisolasi.

A. Klasifikasi Recloser Menurut Jumlah Fasanya

- Fasa Tunggal

Recloser fasa tunggal digunakan untuk mengamankan saluran fasa tunggal, misalnya saluran cabang fasa tungal dari saluran utama saluran tiga fasa. Kecuali itu dapat juga dipakai pada saluran tiga fasa, dengan tiga buah recloser fasa tunggal. Begitu terjadi gangguan salah datu fasa ke tanah, fasa yang bersangkutan akan membuka sendiri, sementara dua fasanya yang sehat dan sinkron akan tetap berjalan.

- Tiga fasa

Recloser digunakan untuk mengamankan saluran tiga fasa terutama pada saluran utamanya. Begitu juga gangguan salah satu fasa, ketiga fasa akan membuka tanpa memperhatikan fasa mana yang tergangggu. Waktu pembukaan dapat dibuat lebih singkat dari penutupan satu fasa.

B. Klasifikasi Recloser Menurut Peralatannya

- Recloser Terkendali Hidrolik

Pengaturan kerja dan waktu dilakukan dengan pemompaan minyak secara terpisah. Recloser ini menggunakan kumparan penjatuh yang dipasang seri terhadap

beban. Bila arus mengalir melalui recloser mencapai 200 % dari arus ranting kontinyu kumparan penjatuh, maka kumparan penjatuh akan menarik plunyer yang secara mekanik dapat membuka kontak utama recloser. Umumnya recloser satu fasa dipakai pengaturan hidrolik.

- Recloser Terkendali Elektronik

Sistem ini tentu relative lebih akurat dibandingkan dengan control secara hidrolik. Rangkaiannya terletak pada sebuah kotak yang terpisah dari recloser. Ini memudahkan mengganti-ganti karakteristik waktu arus, level arus trip dan urutan operasi recloser tanapa diinjeksi atau membuka tanki recloser. Asesoris yang beraneka tersedia bagi modifikasi operasi dalam menangani berbagai masalah jaringan. Arus dideteksi oleh suatu trafo pendeteksi dipakai untuk control dengan kabel-kebel multi konduktor yang juga mengalirkan sinyal untuk trip serta sinyal untuk menutup kembali recloser. Ketika arus sekunder ini mengalir melalui sirkit dan sirkit waktu akan bekerja. Setelah berlalunya waktu tunda sebagaimana yang telah diproram, sirkit trip mengirim sinyal ke recloser untuk membuka. Secara berurutan kemudian relay akan beroperasi untuk siap kembali melakukan operasi berikutnya.

C. Operasi Recloser

Operasi recloser terbagi menjadi operasi cepat (*fast*) dan operasi tertunda (*delayed*).

a. Fast Operation

Recloser segera membuka sebelum terjadi kerusakan pada fuse di jaringan-jaringan yang merupakan percabangan.

b. Delayed Operation

Ditujukan untuk memberi kesempatan pada fuse untuk bekerja sehingga gangguan yang bersifat permanen dapat dibatasi pada wilayah yang kecil.

Recloser mempunyai empat operasi, operasi cepat pertama untuk menghilangkan dari gangguan sementara, operasi kedua untuk menyelesaikan sisa gangguan yang masih ada, operasi lambat ketiga untuk menyelesaikan sisa gangguan yang masih ada dan operasi lambat keempat recloser *lock-out.*

Waktu membuka dan menutup recloser dapat diatur kurva karakteristiknya. Secara garis besar, urutan kerja recloser adalah:

1. Sebelum terjadi gangguan arus yang mengalir normal.

2. Pada saat terjadi gangguan, arus yang mengalir melalui recloser sangat besar dan menyebabkan kontak recloser terbuka dengan operasi "*fast*".
3. Kontak recloser akan menutup kembali setelah melewati waktu bebrapa detik sesuai setting yang dilakukan. Tujuan memberikan selang waktu beberapa detik ini adalah member penyebab gangguan hilang dari sistem, terutama gangguan yang bersifat temporer.
4. Jika gangguan yang terjadi adalah permanen, maka recloser akan membuka dan menutup kembali sesuai dengan setting yang telah ditentukan dan akan *lock-out*.
5. Setelah gangguan permanen dibebaskan oleh petugas, recloser baru dapat dimasukkan lagi ke sistem.

D. Selang Waktu Penutupan Balik Recloser

Beberapa pemilihan waktu penutupan balik recloser dapat dibuat, hal ini sangant dipengaruhi oleh koordinasi dengan peralatan pengaman lainnya.

a. Menutup balik seketika, setelah kontak recloser membuka karena adanya gangguan, maka dengan waktu singkat kntak tersebut akan menutup kembali.
b. Menutup balik setelah dua detik, artinya kontak recloser membuka karena adanya gangguan, maka selang dua detik kemudian recloser akan menutup balik. Bila digunakan diantara *fast trip operation*, maka waktu dua detik ini sudah cukup untuk mendinginkan fuse disisi beban.
c. Menutup balik setelah lima detik, ini dimaksudkan agar dapat member kesempatan bagi fuse untuk dingin kembali sehingga tidak sampai pada titik leleh minimumnya.
d. Menutup balik setelah sepuluh detik, lima belas detik dan seterusnya atau dikenal juga disebut sebagai "*longer reclosing interval*", pada umumnya digunakan apabila pengaman cadangannya adalah pemutus tenaga yang dikontrol dengan rele.]

2.5 Ganguan

2.5.1. Pengertian Gangguan

Gangguan adalah peristiwa yang menyebabkan tripnya PMT di luar prsedur pelaksanaan. Gangguan umumnya disebabkan karena terjadinya hubung singkat. Gangguan ini dapat terjadi antar fasa dengan fasa atau fasa dengan tanah, tetapi pada umumnya banyak gangguan yang terjadi karena fasa hubung dengan tanah.

2.5.2 Macam - macam gangguan

Macam-macam gangguan:

a. Gangguan Temporer yaitu peristiwa yang menyebabkan tripnya PMT tetapi beberapa saat kemudian apabila PMT dimasukkan maka keadaan normal kembali.
b. Gangguan Permanen yaitu peristiwa yang menyebabkan tripnya PMT kemudian bila PMT dimasukkan kembali PMT tersebut trip lagi. PMT baru dapat dimasukkan kembali secara normal apabila dilakukan perbaikan pada bagian yang menimbulkan gangguan.

Pada saluran udara distribusi, gangguan temporer kebanyakan disebabkan oleh sentuhan dahan pohon, pada waktu tidak hujan dahan ini kering dan tidak menyebabkan gangguan hubung tanah. Pada waktu hujan, dahan menjadi basah dan menimbulkan gangguan hubung tanah dan PMT trip. Dengan menggunakan relay penutup balik (*recloser*), PMT akan menutup dan diperbolehkan trip serta masuk sampai empat kali. Proses penutupan balik dari PMT ini menyebabkan arus hubung tanah akan mengalir beberapa kali melalui dahan yang menyentuh saluran sehingga dahan menjadi kering dan tidak mengganggu lagi.

Gangguan pada saluran udara, baik transmisi atau distribusi lebih dari 80 % bersifat temporer, sedangkan pada saluran kabel tanah lebih dari 90 % gangguan bersifat permanen karena adanya kerusakan, contoh: terkena bor, terkena cangkul, akar pohon dan lain-lain.

Adapun sebab - sebab gangguan dan kerusakan secara garis besar dapat disimpulkan sebagai berikut:

a. Untuk saluran udara: Petir, pohon, laying-layang dan kelalaian manusia.
b. Untuk kabel tanah : Tekanan mekanis, sabetan cangkul, akar pohon, dll.
c. Secara umumnya, sebagai berikut:
    1. Spesifikasi yang kliru, misalnya isolator yang dipasang di dalam jadi dipasang diluat.
    2. Pembebanan berlebih.
    3. Salah operasi, mempararelkan generator sinkron pada kondisi tidak sinkron.
    4. Kualitas alat yang kurang baik.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Adapun metode-metode yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Metode Literatur

Untuk mencari kemudahan dan kelancaran dalam penulisan dan penyusunan laporan ini, penulis berpedoman pada sumber-sumber literatur dan petunjuk-petunjuk yang dapat membantu.

2. Metode Observasi

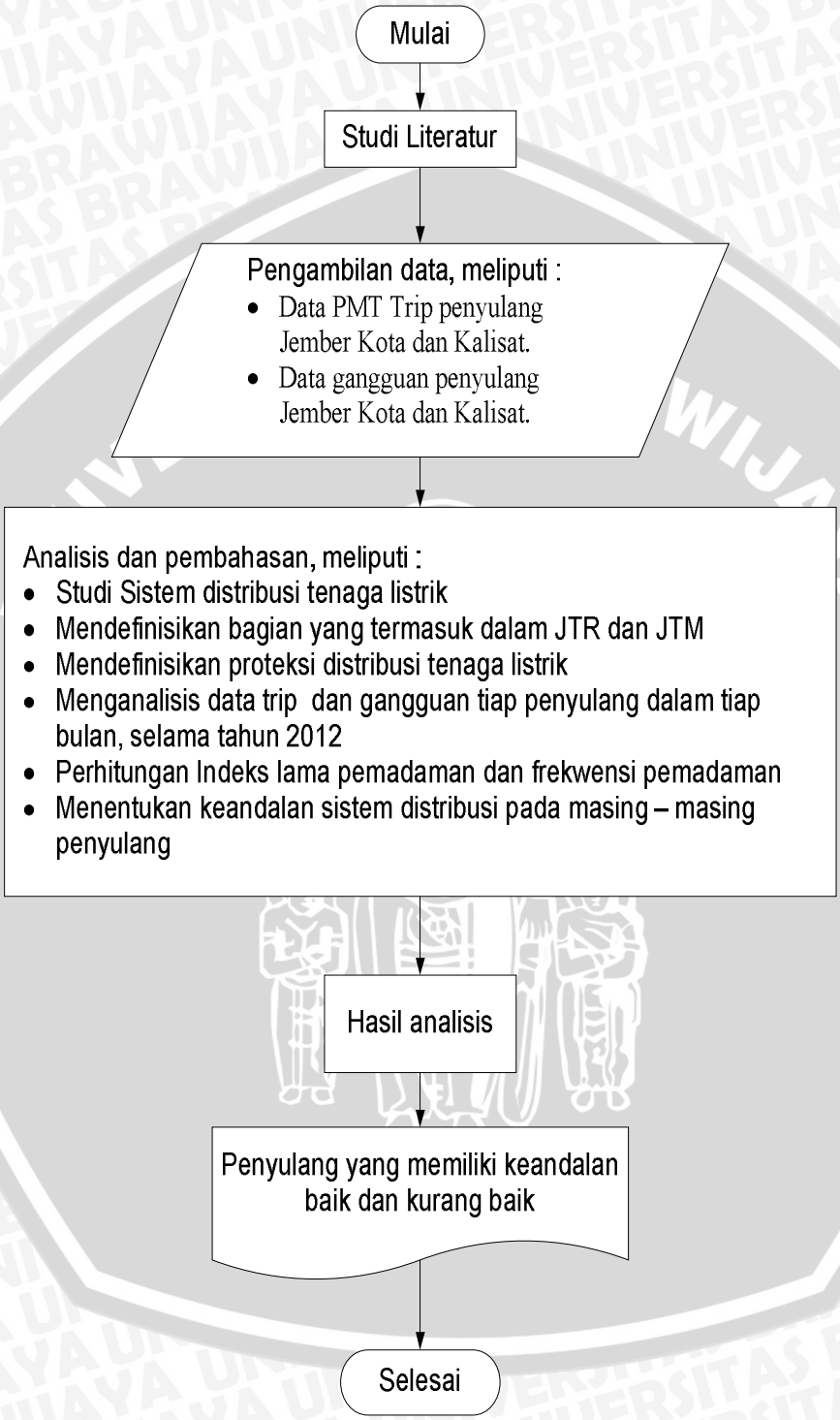
Metode ini penulis laksanakan dengan cara mengadakan peninjauan dan pengamatan langsung ke lapangan untuk mempelajari objek yang dipilih. Sehubungan dengan hal-hal itu yang belum diketahui oleh penulis, penulis juga meakukan konsultasi dnegan pembimbing di lapangan. Observasi ini dilakukan di PLN APJ Jember.

3. Analisis

Penulis mengumpulkan data yang didapat bak secara observasi maupun literatur yang telah terkumpul, kemudian dipilih, dikelompokkan dan menganalisis data tersebut.

3.2 Diagram Alir Penelitian

Langkah - langkah penelitian dapat dilihat pada diagram alir penelitian di bawah ini:

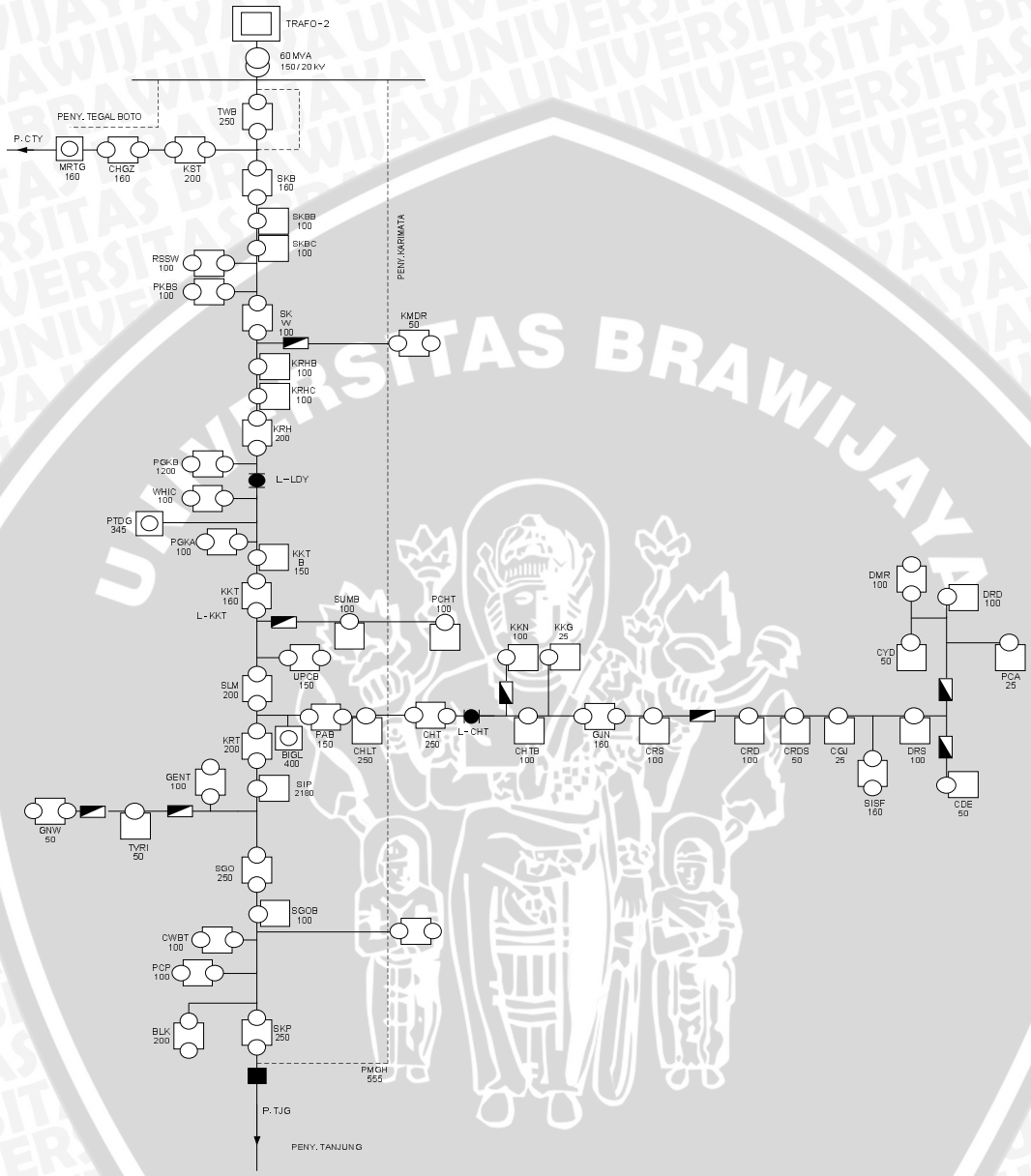


Gambar 3.1 Flow Chart langkah – langkah penelitian.

3.3 Diagram Satu Garis Penyulang

A. Penyulung Jember Kota

DIAGRAM KUTUB TUNGGAL PENYULANG JEMBER KOTA



(Sumber : PT. PLN APJ Jember)

Gambar 3.2 Diagram satu garis penyulang Jember Kota

Penyulang Jember Kota mempunyai jumlah pelanggan sebanyak 19710 pelanggan (Tabel 3.28). penyulang ini mempunya dua jenis kabel, yaitu kabel bawah tanah dan kabel saluran udara dengan panjang kabel bawah tanah 0.15 kms kabel saluran udara 172 kms (Tabel 3.31).

B. Penyulang Kalisat

DIAGRAM KUTUB TUNGGAL PENYULANG KALISAT

(Sumber : PT. PLN APJ Jember)

Gambar 3.3 Diagram satu garis penyulang Kalisat

Penyulang Kalisat mempunyai jumlah pelanggan sebanyak 37119 pelanggan (Tabel 3.29). penyulang ini mempunya dua jenis kabel, yaitu kabel bawah tanah dan

kabel saluran udara dengan panjang kabel bawah tanah adalah adalah 0.9 kms dan kabel saluran udara adalah 137,5 kms (Tabel 3.31).

3.4 Data Travo

Data travo ini adalah data travo yang memberi supply energi listrik yang terdapat di gardu induk.

Tabel 3.1 Data trafo

Nama Penyulang	Jember Kota	Kalisat
merk	XIAN	XIAN
type	SFZ 60000/150	SFZ 60000/150
no travo	II	II
kapasitas (MVA)	60	60
In (A)	1732	1732
impedansi (Z%)	11,9	11,9
tahanan pentanahan (ohm)	12	12
daya hubung singkat (MVA)	2673,2	2673,2
Arus hubung singkat (ka)	10,3	10,3
teg primer/sekunder (kv)	150/20	150/20

3.5 Profil Gangguan Penyulang

3.5.1 Macam-Macam Gangguan pada Penyulang

Sumber gangguan pada saluran distribusi di atas tanah (saluran udara) sebagian besar karena pengaruh luar. Sumber gangguan tersebut berurutan menurut intensitasnya adalah sebagai berikut:

Gangguan dari luar:

1. Angin dan pohon
2. Petir
3. Kegagalan atau kerusakan peralatan saluran
4. Hujan dna cuaca
5. Binatang dan benda-benda asing

Gangguan dari dalam:

1. Tegangan atau arus abnormanl
2. Pemasangan yang kurang baik
3. Penuaan (faktor usia pakai)

4. Beban lebih
5. Kegagalan kerja dari alat pengaman

3.5.2 Profil Gangguan Penyulang di PT. PLN APJ Jember

Jaringan distribusi SUTM di PLN APJ Jember terdiri atas 33 penyulang yang disuplai dari 3 gardu induk yaitu gardu induk Jember, gadu induk Tanggul dan gardu induk Lumajang. Sedangkan penyulang - penyulangnya terdiri atas: penyulang Arjasa (SAR), penyulang Pakusari (CPA), penyulang Sukowono (CKR), penyulang Gumuk Mas (BRO), Penyulang Glantangan (PBU), penyulang Jember Kota (JBRK), penyulang Semen Puger (NLD), penyulang Tanjung (MKY), penyulang Karimata (PMK), penyulang Mayang (PMD), penyulang Kalisat (SKA), Penyulang Watu Ulo (BLP), penyulang Ambulu (SKW), penyulang Rambipuji (LWD), penyulang Balung (BLG), penyulang Yosopati (CTYN), penyulang Bangsalsari (CBLG), penyulang Gambirono (PKD), Penyulang Sumber Baru (BGT), penyulang Sidomekar (PKK), penyulang Semboro (PHY), penyulang Puger (CCR), penyulang Kencong (KBRD), penyulang Prono Jiwo (SDW), penyulang Bumi Rejo (PWR), penyulang Sudirman (BJK), penyulang Klakan (SMD), penyulang Senduro (BBG), penyulang Jatiroto (CSK), penyulang Sukodowo (BNW), penyulang Randu Agung (JYT), penyulang Sukodowo (SDE), penyulang Pasirian (JPK).

Data profil gangguan tiap penyulang pada masing-masing gardu induk terdapat pada lampiran 1.

Pada sistem distribusi tenaga listrik terdapat beberapa tingkat kendala diantaraya kontinuitas *supply* energi listrik pada pelangan, di antaranya lama padam pelanggan dan frekuensi pada pada pelanggan. Dalam kenyataannya, sering terjadi pemadaman dalam sistem, baik karena gangguan atau pemadaman terencana. Penyulang Jember Kota dan penyulang Kalisat termasuk penyulang yang mengalami gangguan lebih dari 35 kali selama tahun 2012.

Berikut ini merupakan data PMT trip masing-masing penyulang perbulan.

A. Penyulang Jember Kota

Data PMT trip bulan Januari 2012 (Lampiran 1)
Data PMT trip bulan Februari 2012 (Lampiran 1)
Data PMT trip bulan Maret 2012 (Lampiran 1)
Data PMT trip bulan April 2012 (Lampiran 1)
Data PMT trip bulan Mei 2012 (Lampiran 1)
Data PMT trip bulan Juni 2012 (Lampiran 1)

Data PMT trip bulan Juli 2012 (Lampiran 1)
Data PMT trip bulan Agustus 2012 (Lampiran 1)
Data PMT trip bulan September 2012 (Lampiran 1)
Data PMT trip bulan Oktober 2012 (Lampiran 1)
Data PMT trip bulan November 2012 (Lampiran 1)
Data PMT trip bulan Desember 2012 (Lampiran 1)

B. Penyulang Kalisat

Data PMT trip bulan Januari 2012 (Lampiran 1)
Data PMT trip bulan Februari 2012 (Lampiran 1)
Data PMT trip bulan Maret 2012 (Lampiran 1)
Data PMT trip bulan April 2012 (Lampiran 1)
Data PMT trip bulan Mei 2012 (Lampiran 1)
Data PMT trip bulan Juni 2012 (Lampiran 1)
Data PMT trip bulan Juli 2012 (Lampiran 1)
Data PMT trip bulan Agustus 2012 (Lampiran 1)
Data PMT trip bulan September 2012 (Lampiran 1)
Data PMT trip bulan Oktober 2012 (Lampiran 1)
Data PMT trip bulan November 2012 (Lampiran 1)
Data PMT trip bulan Desember 2012 (Lampiran 1)

3.6 Panjang SKTM dan SUTM

Data ini merupakan data panjang SKTM dan SUTM perpenyulang di APJ Jember, yang terdari atas 33 penyulang dan 3 gardu induk.

Data panjang SKTM dan SUTM terdapat pada lampiran 1

3.7 Data Pelanggan Penyulang

Data pelanggan ini adalah data pergardu distribusi perpenyulang, yang dilayani oleh masing-masing penyulang.

A. Penyulang Jember Kota

Data Jumlah pelanggan penyulang JBRK per Gardu Distribusi terdapat pada lampiran 1.

B. Penyulang Kalisat

Data Jumlah pelanggan penyulang KLST per Gardu Distribusi terdapat pada lampiran 1.

3.8 Data Fisik Jaringan

PT. PLN (Persero) APJ Jember memiliki aset jaringan sebagai berikut:

Penyulang SKTM : 2 buah
Penyulang SUTM : 31 buah
Gardu tembok : 79 buah
Gardu portal : 692 buah
Gardu cantol : 2860 buah
Gardu hubung : 3 buah
Gardu induk : 3 buah

Dalam observasi, dilakukan pengambilan data pada penyulang yang sering mengalami gangguan selama tahun 2012, antara lain penyulang Jember Kota dan penyulang Kalisat. Kedua penyulang ini merupakan aset dari PT. PLN (Persero) APJ Jember. Kedua penyulang ini mendapatkan sumber yang sama, yaitu dari gardu induk Jember yang memberi *supply* energi listrik untuk kedua penyulang tersebut. Berikut ini dalah data dari tiap penyulang.

Tabel 3.2 Data Penyulang

NO	Nama Penyulang	Singkat Penyulang	No. Seri	Trafo	Gardu Induk
1	Jember Kota	JBRK	940774	II	Jember
2	Kalisat	KLST	940779	II	Jember

3.9 Data Fisik Aset Jaringan

Penyulang JBRK mempunya dua jenis kabel, yaitu kabel bawah tanah dan kabel saluran udara. Kabel bawah tanah yaitu XLPE dan kabel saluran udara A3C, BC, A3Cs. Penyulang KLST mempunya dua jenis kabel, yaitu kabel bawah tanah dan kabel saluran udara. Kabel bawah tanah yaitu XLPE dan kabel saluran udara A3C.

Tabel 3.3 Data jenis dan panjang penghantar

Penyulang	Jenis Penghantar	Panjang (kms)
JBRK	XLPE. 240	0.15
	A3CS. 150	7.00
	A3C. 2x70	18.00
	A3C.70	132.00
	BC.35	15.00

Penyulang	Jenis Penghantar	Panjang (kms)
KLST	XLPE. 241	0.9
	A3C. 150	31.00
	A3C. 70	91.00
	A3C. 35	15.50

A. Penyulang Jember Kota

Panjang SKTM penyulang = 0.15 kms

Panjang SUTM penyulang = 127.00 +

Total panjang penyulang = 172, 15 kms

B. Penyulang Kalisat

Panjang SKTM penyulang = 0.90 kms

Panjang SUTM penyulang = 137.50 +

Total panjang penyulang = 138, 40 kms

BAB IV

DATA DAN ANALISIS HASIL PENELITIAN

4.1 Perhitungan Nilai Realisasi SAIDI dan SAIFI

A. Penyulang Jember Kota

Data gangguan bulan Januari 2012 terdapat pada Lampiran 2.

Perhitungan nilai realisasi SAIDI dan SAIFI pada bulan Januari adalah:

SAIDI = $\frac{105251,4}{19710}$ = 5,34 jam/pelanggan/bulan

SAIFI = $\frac{157680}{19710}$ = 8 pemadaman/pelangganan/bulan

Analisis **:**

Akibat gangguan yang terjadi pada penyulang Jember Kota pada bulan Januari adalah:

- Energi Hilang sebesar = 11599 kWh
- Jumlah total pelanggan padam adalah = 157680 pelanggan
- Gangguan yang terjadi pada bulan ini sebagian besar bersifat temporer yaitu relai bekerja tanpa penyebab yang jelaas, PMT dapat masuk kembali. Hanya 1 kali gangguan yang bersifat permanen yaitu perbaikan LBS.

Data gangguan bulan Februari 2012 terdapat pada Lampiran 2.

Perhitungan nilai realisasi SAIDI dan SAIFI pada bulan Februari adalah:

SAIDI = $\frac{28053,42}{19710}$ = 1,423 jam/pelanggan/bulan

SAIFI = $\frac{217504}{19710}$ = 11,035 pemadaman/pelanggan/bulan

Analisis:

Akibat gangguan yang terjadi pada penytulan Jember Kota pada bulan Februari adalah:

- Energi Hilang sebesar = 8055 kWh
- Jumlah total pelanggan padam adalah = 217504 pelanggan
- Gangguan yang terjadi pada bulan ini sebagian besar bersifat temporer yaitu relai kerja tanpa penyebab yang jelas, PMT dapat masuk kembali. Hanya 1 kali gangguan yang bersifat permanen yaitu SUTM tertimpa pohon dan putus di Gardu CLL 209.

Data gangguan bulan Maret 2012 terdapat pada Lampiran 2.

Perhitungan nilai realisasi SAIDI dan SAIFI pada bulan Maret adalah :

SAIDI = $\frac{15176,7}{19710}$ = 0,77 jam/pelanggan/bulan

SAIFI = $\frac{78840}{19710}$ = 4 pemadaman/pelanggan/bulan

Analisis:

Akibat gangguan yang terjadi pada penyulang Jember Kota pada bulan Maret adalah:

- Energi Hilang sebesar = 4330 kWh
- Jumlah total pelanggan padam adalah = 78840 pelanggan
- Gangguan yang terjadi pada bulan ini semuanya bersifat temporer yaitu relai bekerja tanpa penyebab yang jelas, PMT dapat masuk kembali.

Data gangguan bulan April 2012 terdapat pada Lampiran 2.

Perhitungan nilai realisasi SAIDI dan SAIFI pada bulan April adalah:

SAIDI = $\frac{123591,8}{19710}$ = 6,271 jam/pelanggan/bulan

SAIFI = $\frac{236598}{19710}$ = 12 pemadaman/pelanggan/bulan

Analisis:

Akibat gangguan yang terjadi pada penyulang Jember Kota pada bulan April adalah :

- Energi Hilang sebesar = 12583 kWh
- Jumlah total pelanggan padam adalah = 236598 pelanggan
- Gangguan yang terjadi pada bulan ini sebagian besar bersifat temporer yaitu relai bekerja tanpa penyebab yang jelas, PMT dapat masuk kembali. Terdapat beberapa gangguan yang bersifat permanen, antara lain: SUTM tertimpa pohon kelapa dan putus di Gardu CBCT, Perbaikan CO seksi atau cabang Gardu SOGO dan Perbaikan jumper lepas di gardu PSSP.

Data gangguan bulan Mei 2012 terdapat pada Lampiran 2.

Perhitungan nilai realisasi SAIDI dan SAIFI pada bulan Mei adalah:

SAIDI = $\frac{24094,35}{19710}$ = 1,222 jam/pelanggan/bulan

SAIFI = $\frac{118367}{19710}$ = 6 pemadaman/pelanggan/bulan

Analisis:

Akibat gangguan yang terjadi pada penyulang Jember Kota pada bulan Mei adalah:

- Energi Hilang sebesar = 4673 kWh

- Jumlah total pelanggan padam adalah = 118367 pelanggan
- Gangguan yang terjadi pada bulan ini sebagian besar bersifat temporer yaitu relai bekerja tanpa penyebab yang jelas, PMT dapat masuk kembali. Terdapat beberapa gangguan yang bersifat permanen, antara lain : SUTM tertimpa pohon alba dan putus di Gardu CBCY dan Jumper putus pada aftak ke arah ZPB

Data gangguan bulan Juni 2012 terdapat pada Lampiran 2.

Perhitungan nilai realisasi SAIDI dan SAIFI pada bulan Juni adalah:

$$\text{SAIDI} = \frac{164775{,}6}{19710} = 8{,}36 \text{ jam/pelanggan/bulan}$$

$$\text{SAIFI} = \frac{197100}{19710} = 10 \text{ pemadaman/pelanggan/bulan}$$

Analisis:

Akibat gangguan yang terjadi pada penyulang Jember Kota pada bulan Juni adalah

- Energi Hilang sebesar : 19058 kWh
- Jumlah total pelanggan padam adalah : 197100 pelanggan
- Gangguan yang terjadi pada bulan ini sebagian besar bersifat temporer yaitu relai bekerja tanpa penyebab yang jelas, PMT dapat masuk kembali. Terdapat beberapa gangguan yang bersifat permanen, antara lain : SUTM tertimpa pohon kelapa dan relai penyulang rusak dan Perbaikan relai penyulang.

Data gangguan bulan Juli 2012 terdapat pada Lampiran 2.

Perhitungan nilai realisasi SAIDI dan SAIFI pada bulan Juli adalah:

$$\text{SAIDI} = \frac{87906{,}6}{19710} = 4{,}46 \text{ jam/pelanggan/bulan}$$

$$\text{SAIFI} = \frac{157680}{19710} = 8 \text{ pemadaman/pelanggan/bulan}$$

Analisis:

Akibat gangguan yang terjadi pada penyulang Jember Kota bulan Juli adalah:

- Energi Hilang sebesar = 14069 kWh
- Jumlah total pelanggan padam adalah = 157680 pelanggan
- Gangguan yang terjadi pada bulan ini sebagian bersifat temporer yaitu relai bekerja tanpa penyebab yang jelas, PMT dapat masuk kembali. Terdapat beberapa gangguan yang bersifat permanen, antara lain : Mutsi Trafo distribusi dan Penjamperan di Gardu SPSP.

Data gangguan bulan Agustus 2012 terdapat pada Lampiran 2.

Perhitungan nilai realisasi SAIDI dan SAIFI pada bulan Agustus adalah:

$$\text{SAIDI} = \frac{172068{,}3}{19710} = 8{,}73 \text{ jam/pelanggan/bulan}$$

$$\text{SAIFI} = \frac{137970}{19710} = 7 \text{ pemadaman/pelanggan/bulan}$$

Analisis:

Akibat gangguan yang terjadi pada penyulang Jember Kota pada bulan Agustus adalah:

- Energi Hilang sebesar = 12433 kWh
- Jumlah total pelanggan padam adalah = 137970 pelanggan
- Gangguan yang terjadi pada bulan ini sebagian besar bersifat temporer yaitu relai bekerja tanpa penyebab yang jelas, PMT dapat masukkembali. Terdapat eberapa gangguan yang bersifat permanen, antara lain: Pemindahan beban dan pemeliharaan.

Data gangguan bulan September 2012 terdapat pada Lampiran 2.

Perhitungan nilai realisasi SAIDI dan SAIFI pada bulan September adalah:

$$\text{SAIDI} = \frac{5788{,}39}{19710} = 0{,}294 \text{ jam/pelanggan/bulan}$$

$$\text{SAIFI} = \frac{99209}{19710} = 5{,}033 \text{ pemadaman/pelanggan/bulan}$$

Analisis:

Akibat gangguan yang terjadi pada penyulang Jember Kota pada bulan September adalah:

- Energi Hilang sebesar = 1324 kWh
- Jumlah total pelanggan padam adalah = 99209 pelanggan. Gangguan yang terjadi pada bulan ini sebagian besar bersifat temporer yaitu relai bekerja tanpa penyebab yang jelas, PMT dapat masuk kembali. Terdapat beberapa gangguan yang bersifat permanenm antara lain : Perbaikan jumper dan Pada saat membuka CU DMR.

Data gangguan bulan Oktober 2012 terdapat pada Lampiran 2.

Perhitungan nilai realisasi SAIDI dan SAIFI pada bulan Oktober adalah:

$$\text{SAIDI} = \frac{20305{,}4}{19710} = 1{,}03 \text{ jam/pelanggan/bulan}$$

$$\text{SAIFI} = \frac{98632}{19710} = 5 \text{ pemadaman/pelanggan/bulan}$$

Analisis:

Akibat gangguan yang terjadi pada penyulang Jember Kota pada bulan Oktober adalah:

- Energi Hilang sebesar = 3017 kWh
- Jumlah total pelanggan padam adalah = 98632 pelanggan
- Gangguan yang terjadi pada bulan ini sebagian besar bersifat temporer yaitu relai bekerja tanpa penyebab yang jelas, PMT dapat masuk kembali. Hanya 1 kali gangguan yang bersifat permanen yaitu binatang kena SUTM di Gardu KCCG 403.

Data gangguan bulan November 2012 terdapat pada Lampiran 2.

Perhitungan nilai realisasi SAIDI dan SAIFI pada bulan November adalah:

$$\text{SAIDI} = \frac{169116{,}3}{19710} = 8{,}58 \text{ jam/pelanggan/bulan}$$

$$\text{SAIFI} = \frac{335211}{19710} = 17{,}008 \text{ pemadaman/pelanggan/bulan}$$

Analisis:

Akibat gangguan yang terjadi pada penyulang Jember Kota pada bulan November adlaah :

- Energi Hilang sebesar = 12904 kWh
- Jumlah total pelanggan padam adalah = 335221 pelanggan
- Gangguan yang terjadi pada bulan ini sebagian besar bersifat temporer yaitu relai bekerja tanpa yang jelas, PMT dapat masuk kembali. Terdapat beberapa gangguan yang bersifat permanen, antara lain: Layang – laying kena SUTM, Kelelawar hinggap di SUTM di Gardu CIDE, Pemeliharaan SUTM dan saat mengeluarkan CO DMR.

Data gangguan bulan Desember 2012 terdapat pada Lampiran 2.

Perhitungan nilai SAIDI dan SAIFI pada bulan Desember adalah:

$$\text{SAIDI} = \frac{26845{,}6}{19710} = 1{,}362 \text{ jam/pelanggan/bulan}$$

$$\text{SAIFI} = \frac{138470}{19710} = 7{,}025 \text{ pemadaman/pelanggan/bulan}$$

Analisis:

Akibat gangguan yang terjadi pada penyulang Jember Kota pada bulan Desember adalah:

- Energi Hilang sebesar = 4245 kWh

- Jumlah total pelanggan padam adalah = 138470 pelanggan
- Gangguan yang terjadi pada bulan ini sebagian besar bersifat temporer yaitu relai bekerja tanpa penyebab yang jelas, PMT dapat masuk kembali. Terdapat beberapa gangguan yang bersifat permanen, antara lain: Jumper CO penyeredan putus dan SUTM tertimpa pohon di CO seksi PNYR.

B. Penyulang Kalisat

Data gangguan bulan Januari 2012 terdapat pada Lampiran 2.

Perhitungan nilai realisasi SAIDI dan SAIFI pada bulan Januari adalah:

$$\text{SAIDI} = \frac{108196{,}62}{19710} = 2{,}915 \text{ jam/pelanggan/bulan}$$

$$\text{SAIFI} = \frac{298092}{19710} = 8{,}031 \text{ pemadaman/pelanggan/bulan}$$

Analisis:

Akibat gangguan yang terjadi pada penyulang Kalisat pada bulan Januari adalah :

- Energi Hilang sebesar = 31390 kWh
- Jumlah total pelanggan padam adalah = 298092 pelanggan
- Gangguan yang terjadi pada bulan ini sebagian besar bersifat temporer yaitu relai bekerja tanpa penyebab yang jelas, PMT dapat masuk kembali. Hanya 1 kali gangguan yang bersifat permanen yaitu jumper lepas di Gardu SLO.

Data gangguan bulan Februari 2012 terdapat pada Lampiran 2.

Perhitungan nilai realisasi SAIDI dan SAIFI pada bulan Februari adalah:

$$\text{SAIDI} = \frac{37119}{37119} = 1 \text{ jam/pelanggan/bulan}$$

$$\text{SAIFI} = \frac{298952}{37119} = 8{,}054 \text{ pemadaman/pelanggan/bulan}$$

Analisis:

- Energi Hilang sebesar = 6073 kWh
- Jumlah total pelanggan padam adalah = 298952 pelanggan
- Gangguan yang terjadi pada bulan ini sebagian besar bersifat temporer yaitu relai bekerja tanpa penyebab yang jelas, PMT dapat masuk kembali. Hanya 1 kali gangguan yang bersifat permanen yaitu jumper SUTM lepas di CO.

Data gangguan bulan Maret 2012 terdapat pada Lampiran 2.

$$\text{SAIDI} = \frac{197876{,}89}{37119} = 5{,}331 \text{ jam/pelanggan/bulan}$$

SAIFI = $\frac{297418}{37119}$ = 8,013 pemadaman/pelanggan/bulan

Analisis:

Akibat gangguan yang terjadi pada penyulang Kalisat pada bulan Maret adalah :

- Energi Hilang sebesar = 27836 kWh
- Jumlah total pelanggan padam adalah = 297418 pelanggan
- Gangguan yang terjadi pada bulan ini sebagian besar bersifat temporer yaitu relai bekerja tanpa penyebab yang jelas, PMT dapat masuk kembali. Terdapat beberapa gangguan yang bersifat permanen, antara lain: Layang –layang kena SUTM, SUTM tertimpa pohon dan putus di Gardu TKHP dan pemasangan kWh Trafo IV

Data gangguan bulan April 2012 terdapat pada Lampiran 2.

SAIDI = $\frac{2450964}{37119}$ = 0,66 jam/pelanggan/bulan

SAIFI = $\frac{299850}{37119}$ = 8,078 pemadaman/pelanggan/bulan

Analisis:

Akibat gangguan yang terjadi pada penyulang Kalisat pada bulan April adalah:

- Energi Hilang = 6703 kWh
- Jumlah total pelanggan padam adalah = 299850 pelanggan
- Gangguan yang terjadi pada bulan ini sebagian besar bersifat temporer yaitu relai bekerja tanpa penyebab yang jelas, PMT dapat masuk kembali. Hanya 1 kali gangguan yang bersifat permanen yaitu CO seksi atau cabang Gardu LWM putus.

Data gangguan bulan Mei 2012 terdapat pada Lampiran 2.

Perhitungan nilai realisasi SAIDI dan SAIFI pada bulan Mei adalah:

SAIDI = $\frac{2585703,95}{37119}$ = 69,59 jam/pelanggan/bulan

SAIFI = $\frac{260299}{37119}$ = 7,013 pemadaman/pelanggan/bulan

Analisis:

Akibat gangguan yang terjadi pada penyulang Kalisat pada bulan Mei adalah

- Energi Hilang sebesar = 50106 kWh
- Jumlah total pelanggan padam adalah = 260299 pelanggan

- Gangguan yang terjadi pada bulan ini sebagian besar bersifat temporer yaitu relai bekerja tanpa penyebab yang jelas, PMT dapat masuk kembali. Terdapat beberapa gangguan yang bersifat permanen, antara lain:
  - JTM lepas
  - SUTM tertimpa pohon dan putus di Gardu TKHP
  - Bunglon menempel di SUTM.

Data gangguan bulan Juni 2012 terdapat pada Lampiran 2.

Perhitungan nilai realisasi SAIDI dan SAIFI pada bulan Juni adalah:

SAIDI $= \frac{300450,72}{37119}$ = 8,094 jam/pelanggan/bulan

SAIFI $= \frac{223155}{37119}$ = 6,011 pemadaman/pelanggan/bulan

Analisis:

Akibat gangguan yang terjadi pada penyulang Kalisat pada bulan Juni adalah

- Energi Hilang sebesar = 10067 kWh
- Jumlah total peloanggan padam adalah = 223155 pelanggan
- Gangguan yang terjadi pada bulan ini sebagian besar bersifat temporer yaitu relai bekerja tanpa penyebab yang jelas PMT dapat masuk kembali. Terdapat beberapa gangguan yang bersifat permanen, antara lain: Penyulang JBRK gagal trip (trip) dan Strian klem patah dan SUTM beradu di Gardu PGGD.

Data gangguan bulan Juli 2012 terdapat pada Lampiran 2.

Perhitungan nilai realisasi SAIDI dan SAIFI pada bulan Juli adalah:

SAIDI $= \frac{4454,28}{37119}$ = 0,12 jam/pelanggan/bulan

SAIFI $= \frac{111357}{37119}$ = 3 pemadaman/pelanggan/bulan

Analisis:

Akibat gangguan yang terjadi pada penyulang Kalisat pada bulan Juli adalah :

- Energi Hilang sebesar = 871 kWh
- Jumlah total pelanggan padam adalah = 11357 program
- Gangguan yang terjadi pada bulan ini semuanya bersifat temporer yaitu relai bekerja tanpa penyebab yang jelas, PMT dapat masuk kembali.

Data gangguan bulan Agustus 2012 terdapat pada Lampiran 2.

Perhitungan niai realisasi SAIDI dan SAIFI pada bulan Agustus adalah:

SAIDI = $\frac{240442,28}{37119}$ = 6,478 jam/pelanggan/bulan

SAIFI = $\frac{261967}{37119}$ = 7,057 pemadaman/pelanggan/bulan

Analisis:

Akibat gangguan yang terjadi pada penyulung Kalisat pada bulan Agustus adalah:

- Energi Hilang sebesar = 18159 kWh
- Jumlah total pelanggan padam adalah = 261967 pelanggan
- Gangguan yang terjadi pada bulan ini sebagian besar bersifat temporer yaitu relai bekerja tanpa penyebab yang jelas, PMT dapat masuk kembali. Hanya 1 gangguan yang bersifat permanen, yaitu karena layang-layang.

Data gangguan bulan September 2012 terdapat pada Lampiran 2.

Perhitungan nilai realisasi SAIDI dan SAIFI pada bulan September adalah:

SAIDI = $\frac{97251,78}{37119}$ = 2,62 jam/pelanggan/bulan

SAIFI = $\frac{408309}{37119}$ = 11 pemadaman/pelanggan/bulan

Analisis:

Akibat gangguan yang terjadi pada penyulang Kalisat pada bulan September adalah:

- Energi Hilang sebesar = 13515 kWh
- Jumlah total pelanggan padam adalah = 408309 pelanggan
- Gangguan yang terjadi pada bulan ini sebagian besar bersifat permanen yaitu karena adanya layangan pada SUTM. Hanya 3 gangguan yang bersifat temporer.

Data gangguan bulan Oktober 2012 terdapat pada Lampiran 2.

Perhitungan nilai realisasi SAIDI dan SAIFI pada bulan Oktober adalah:

SAIDI = $\frac{51595,41}{37119}$ = 1,39 jam/pelanggan/bulan

SAIFI = $\frac{519666}{37119}$ = 14 pemadaman/pelanggan/bulan

Analisis:

Akibat gangguan yang terjadi pada penyulang Kalisat pada bulan Oktober adalah:

- Energi Hilang sebesar = 9687 kWh

- Jumlah total pelanggan padam adalah = 519666 pelanggan
- Gangguan yang terjadi pada bulan ini sebagian besar bersifat temporer yaitu relai bekerja tanpa penyebab yang jelas, PMT dapat masuk kembali. Terdapat beberapa gangguan yang bersifat permanen, antara lain: Layang-layang kena SUTM sebanyak 4 kali dan Plash over.

Data gangguan bulan November 2012 terdapat pada Lampiran 2.

Perhitungan nilai realisasi SAIDI dan SAIFI pada bulan November adalah:

$$\text{SAIDI} = \frac{47512{,}32}{37119} = 1{,}28 \text{ jam/pelanggan/bulan}$$

$$\text{SAIFI} = \frac{296952}{37119} = 8 \text{ pemadaman/pelanggan/bulan}$$

Analisis:

Akibat gangguan yang terjadi pada penyulang Kalisat pada bulan November adlaah :

- Energi Hilang sebesar = 8505 kWh
- Jumlah total pelanggan padam adalah = 296952 pelanggan
- Gangguan yang terjadi pada bulan ini sebagian besar bersifat temporer yaitu relai kerja tanpa penyebaba yang jelas, PMT dapat masuk kembali.

Data gangguan bulan Desember 2012 terdapat pada Lampiran 2.

Perhitungan nilai realisasi SAIDI dan SAIFI pada bulan Desember adalah:

$$\text{SAIDI} = \frac{21900{,}21}{37119} = 0{,}59 \text{ jam/pelanggan/bulan}$$

$$\text{SAIFI} = \frac{222714}{37119} = 6 \text{ pemadaman/pelanggan/bulan}$$

Analisis:

Akibat gangguan yang terjadi pada penyulang Kalisat pada bulan Desember adalah :

- Energi Hilang sebesar = 2473 kWh
- Jumlah total pelanggan padam adalah = 222714 pelanggan
- Gangguan yang terjadi pada bulan ini sebagian besar bersifat temporer yaitu relai bekerja tanpa penyebab yang jelas, PMT dapat masuk kembali. Hanya 1 kali gangguan yang bersifat permanen yaitu SUTM tertimpa pohon.

4.2 Perbandingan Keandalan Penyulang

4.2.1. Analisis Nilai Realisasi SAIDI dan SAIFI Per Tahun

A. Penyulang Jember Kota

Tabel 4.1 SAIDI-SAIFI penyulang JBRK

No	Bulan	Jumlah Jam Pelanggan (Jam)	Jumlah Pelanggan Padam	Total Pelanggan	Indikator	
					SAIDI	SAIFI
		a	b	c	a:c	b:c
1	Januari	105251,4	157680	19710	5,2340	8,000
2	Februari	28053,42	217504	19710	1,423	11,035
3	Maret	15176,7	78840	19710	0,770	4,000
4	April	123591,84	236598	19710	6,271	12,004
5	Mei	24094,35	118367	19710	1,222	6,005
6	Juni	164775,6	197100	19710	8,360	10,000
7	Juli	87906,6	157680	19710	4,460	8,000
8	Agustus	172068,3	137970	19710	8,730	7,000
9	September	5788,39	99209	19710	0,294	5,033
10	Oktober	20305,4	98632	19710	1,030	5,004
11	Novemer	169116,33	335221	19710	8,580	17,008
12	Desember	26845,6	138470	19710	1,362	7,025
TOTAL		**942973,93**	**1973271**	**236520**	**47,842**	**100,115**
Rata-rata		**78581,16**	**164439,25**	**19710**	**3,987**	**8,343**

Dari data diatas maka didapat nilai realisasi SAIDI-SAIFI penyulang Jember Kota untuk tahun 2012 adalah:

SAIDI = 3,987 Jam/tahun.

SAIFI = 8,343 Pemadaman/tahun.

Target PLN (APJ Jember)

SAIDI = 4,515 Jam/tahun

SAIFI = 14,610 Pemadaman / tahun

Total Energi Hilang (kWh) Tahun 2012:

= 11599 + 8055 + 4330 + 12583 + 4673 + 19058 + 14069 + 12433 + 1324 + 3017 + 12904 + 4245 = 108290 kWh = 108,29 MWh

1 kwh = Rp 874,6

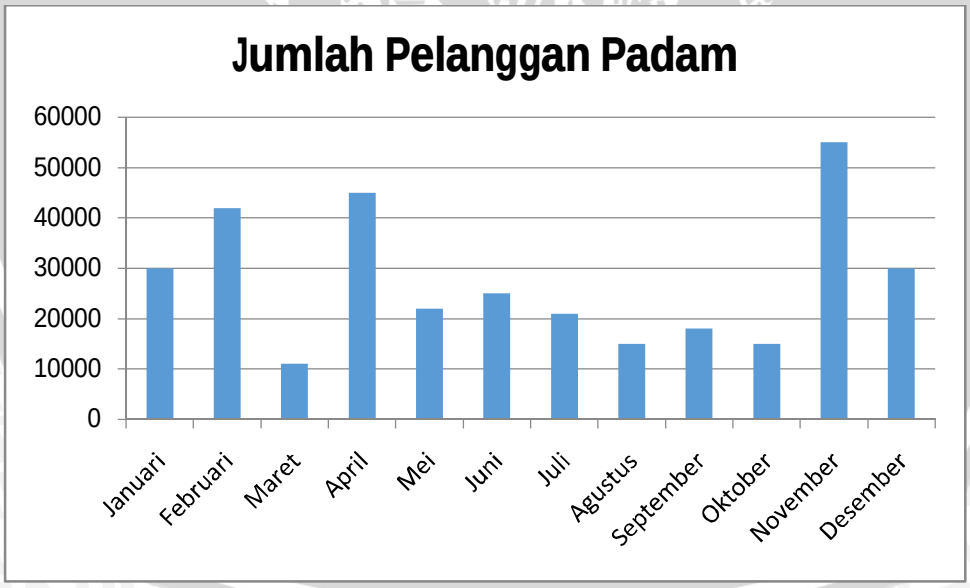
Total kWh yang tidak terjual akibat pemadaman adalah = 10829xRp 874,6

= Rp 94.710.434,-

Analisis:

- Nilai SAIDI pada penyulang Jember Kota untuk tahun 2012 lebih kecil dari target yang telah ditetapkan PT. PLN PJ Jember. Hal ini menunjukkan bahwa pada tahun 2012 gangguan pada penyulang Jember Kota jumlah total durasinya relative pendek.
- Nilai SAIFI pada penyulang Jember Kota untuk tahun 2012 lebih kecil dari target yang telah ditetapkan PT. PLN APJ Jember. Hal ini menunjukkan bahwa pada tahun 2012 gangguan yang terjadi pada penyulang Jember Kota tidak melebihi target yang telah ditetapkan dan relative sedikit.

Data pada tabel di atas dapat dibuat grafik jumlah pelanggan dan jam pelanggan padam.Agar memudahkan dalam menganalisis SAIDI dan SAIFI pada penyulang Jember Kota. Grafik jumlah pelanggan dan jam pelanggan dan jam pelanggan padam dibuat terpisah karena perbedaan atau selisih nilai antara kedua bagian tersebut. Jam pelanggan padam nilainya lebih kecil dibandingkan dengan nilai pada jumlah pelanggan padam.

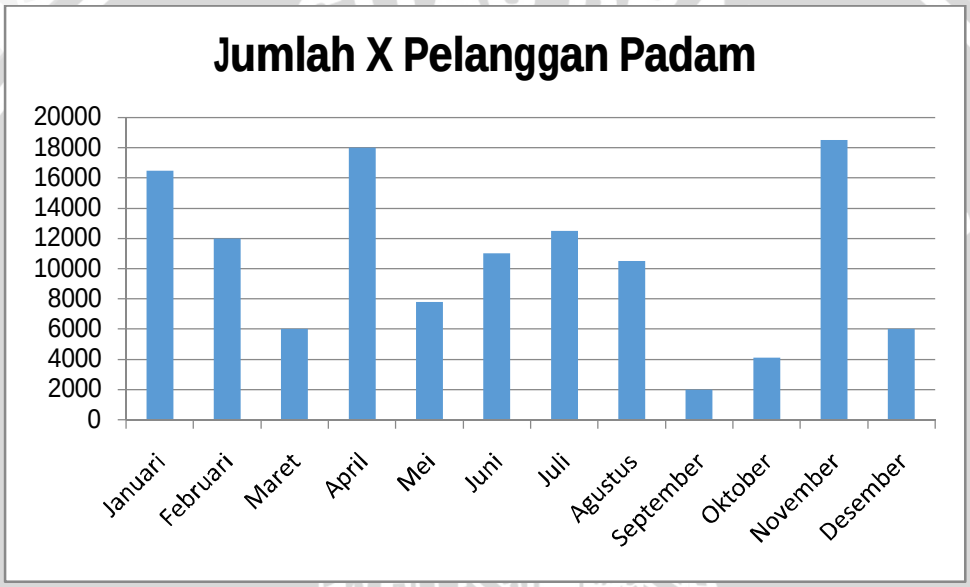


Gambar 4.1 Grafik jumlah pelanggan padam penyulang JBRK tahun 2012

Analisis:

- Jumlah pelanggan padam tertinggi terjadi pada bulan November yaitu sebanyak 56096. Hal ini disebabkan pada bulan tersebut penyulang JBRK mengalami trip atau gangguan paling banyak yaitu sebanyak 18 kali.

- Jumlah pelanggan padam tertinggi berikutnya terjadi pada bulan April dan Februari. Hal ini disebabkan pada bulan tersebut penyulang JBRK mengalami trip atau gangguan hamper sama yaitu sebanyak 13 dan 12 kali.
- Sedangkan jumlah pelanggan padam terendah terjadi pada bulan Maret, hal ini disebabkan pada bulan tersebut penyulang JBRK hanya mengalami trip atau gangguan 4 kali.
- Jumlah pelanggan padam terendah selanjutnya terjadi pada bulan Oktober dan Agustus. Pada kedua bulan ini penyulang JBRK mengalami trip atau gangguan hamper sama yaitu 6 dan 7 kali.



Gambar 4.2 jam X pelanggan padam penyulang JBRK tahun 2012

Analisis:

- Jam pelanggan padam tertinggi terjadi pada bulan Desember. Hal ini disebabkan pada bulan tersebut terjadi gangguan permanen sebanyak 4 kali.
- Jam pelanggan padam tertinggi berikutnya terjadi pada bulan April. Hal ini disebabkan pada bulan tersebut terjadi gangguan permanen yang mengakibatkan listrik dengan jumlah pelanggan yang relative banyak.
- Sedangkan jam pelanggan padam terendah terjadi pada bulan September, hal ini disebabkan jumlah pelanggan padam pada bulan September paling sedikit.

B. Penyulang Kalisat

Tabel 4.2 SAIDI-SAIFI penyulang KLST

No	Bulan	Jumlah Jam Pelanggan (Jam)	Jumlah Pelanggan Padam	Total Pelanggan	Indikator	
					SAIDI	SAIFI
		a	b	c	a:c	b:c
1	Januari	108196,62	298092	37119	2,915	8,031
2	Februari	37119	296952	37119	1,000	8,000
3	Maret	197876,89	297418	37119	5,331	8,013
4	April	24509,64	299850	37119	0,660	8,078
5	Mei	2585703,95	260299	37119	69,660	7,013
6	Juni	300450,72	223155	37119	8,094	6,012
7	Juli	4454,28	111357	37119	0,120	3,000
8	Agustus	240442,28	261967	37119	6,478	7,057
9	September	97251,78	408309	37119	2,620	11,000
10	Oktober	51595,41	519666	37119	1,390	14,000
11	Novemer	47512,32	296952	37119	1,280	8,000
12	Desember	21900,21	222714	37119	0,590	6,000
TOTAL		**3717013,1**	**3496731**	**445428**	**100138**	**94203**
Rata-rata		**309751,09**	**291394,25**	**37119**	**8,345**	**7,850**

Dari data diatas maka didapat nilai realisasi SAIDI-SAIFI penyulang Kalisat untuk tahun 2012 adalah :

SAIDI = 8,345 Jam/tahun

SAIFI = 7,850 Pemadaman/tahun

Target PLN (APJ Jember)

SAIDI = 4,515 Jam/tahun

SAIFI = 14,610 Pemadaman / tahun

Total Energi Hilang (kWh) Tahun 2012 :

= 33190 + 6703 + 27836 + 6937 + 50106 + 10067 + 871 + 181559 + 13515 + 9687 + 8505 + 2473 = 188049 kWh = 188.0449 MWh

1 kWh Rp 874,6

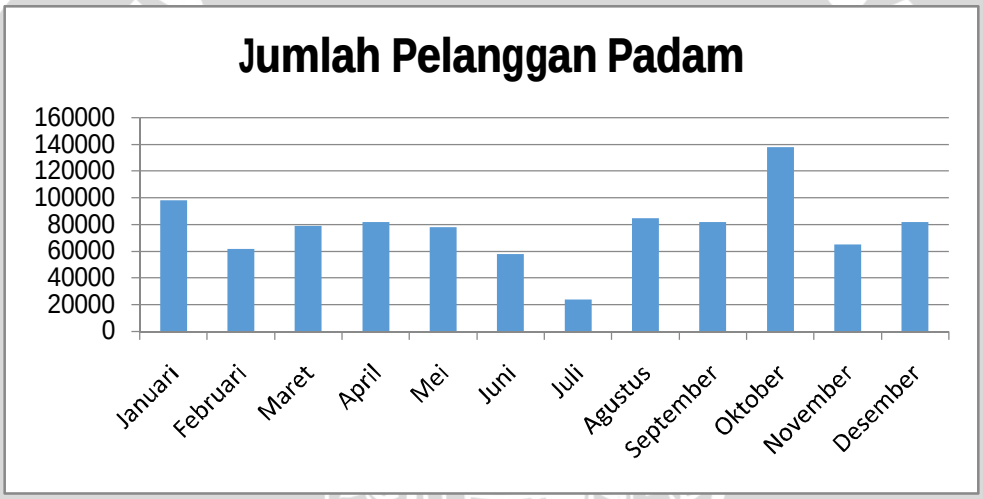
Total kWh yang tidak terjual akibat pemadaman adalah = 188049 x Rp 874,6

= Rp 164.467.655,4

Analisis :

- Nilai SAIDI pada penyulang Kalisat untuk tahun 2012 lebih besar dari target yang telah ditetapkan APJ Jember.Hal ini menunjukkan bahwa pada tahun 2012 gangguan pada penyulang Kalisat jumlah total durasinya relative panjang atau lama.
- NIlai SAIFI pada penyulang Kalisat untuk tahun 2012 lebih kecil dari target yang telah ditetapkan APJ Jember. Hal ini menunjukkan bahwa pada tahun 2012 gangguan yang terjadi pada penyulang Kalisat relative sedikit.

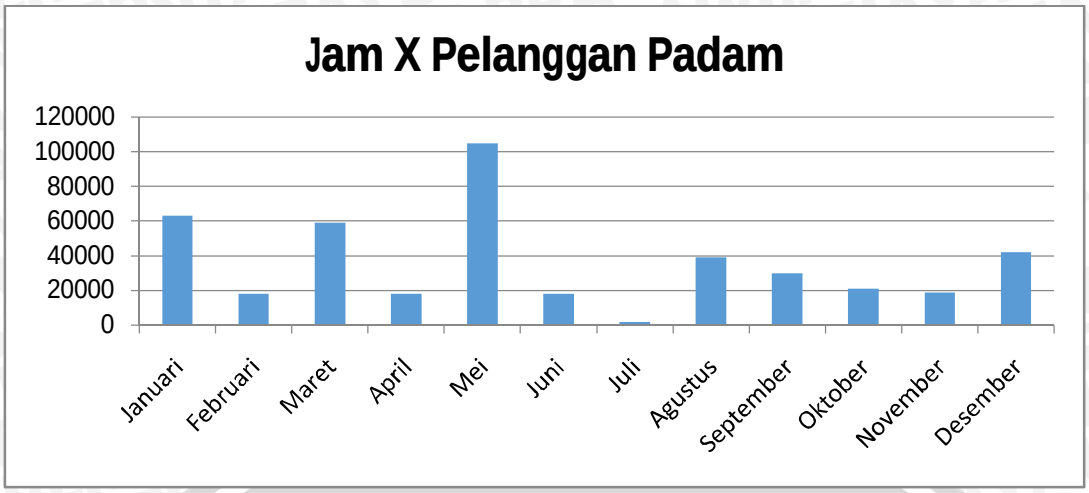
Data pada tabel di atas dapat dibuat grafik jumlah pelanggan dan jam penyulang Kalisat.Agar memudahka dalam menganalisis SAIDI dan SAIFI pada penyulang Sekarwati. Grafik jumlah pelanggan dan jam pelanggan padam dibuat terpisah karena perbedaan atau selisih nilai antara kedua bagian tersebut. Jam pelanggan padam nilainya lebih kecil dibandingkan dengan nilai pada jumlah pelanggan padam.



Gambar 4.3 Grafik jumlah pelanggan padam penyulang KLST tahun 2012

Analisis :

- Dari tabel dan gambar di atas dapat diketahui bahwa jumlah pelanggan padam terbanyak terjadi pada bulan Oktober yaitu sebanyak 135412 pelanggan. Hal ini disebabkan pada bulan tersebut penyulag KLST mengalami trip atau gangguan permanen yang mengakibatkan padam pada pelanggan.
- Jumlah pelanggan padam terbanyak kedua terjadi pada bulan Januari. Hal ini disebabkan pada bulan tersebut penyulang KLST mengalami trip atau gangguan sebanyak 10 kali. Sedangkan jumlah pelanggan padam paling sedikit terjadi pada bulan Jui yaitu sebanyak 28016 pelanggan. Hal ini disebabkan padabulan tersebut penyulang KLST hanya mengalami trip atau gangguan 3 kali.



Gambar 4.4 Grafik jam X pelanggan padam penyulang KLST tahun 2012

Analisis :

- Dari tabel dan gambar di atas dapat diketahui bahwa jam pelanggan padam tertinggi terjadi pada bulan Mei yaitu sebanyak 104353 jam pelanggan. Hal ini disebabkan pada bulan tersebut penyulang KLST mengalami gangguan permanen yaitu SUTM putus dan listrik dapat menyala normal kembali setelah padam selama 4.01 jam.
- Jam pelanggan padam tertinggi kedua terjadi pada bulan Januari. Hal ini disebabkan pada bulan tersebut penyulang KLST mengalami gangguan permanen yaitu perbaikan jumper lepas dan listrik dapat menyala normal kembali setelah padam selama 2.23 jam.
- Sedangkan jam pelanggan padam paling rendah terjadi pada bulan Juli. Hal ini disebabkan pada bulan tersebut penyulang KLST hanya mengalami gangguan temporer 3 kali.

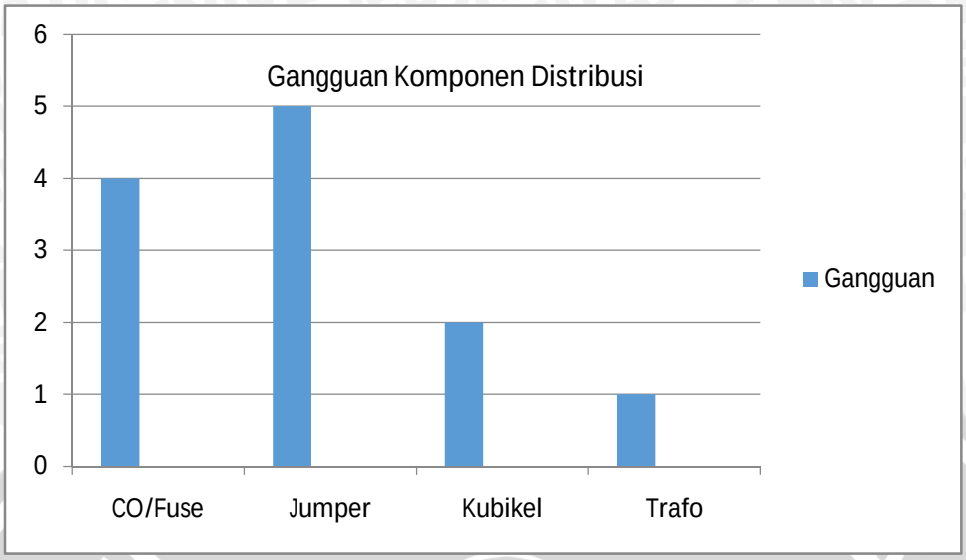
4.2.2. Penyebab Gangguan pada Penyulang

Gangguan pada saluran distribusi di atas tanah (saluran udara) sebagian besar terjadi karena pengaruh luar.Gangguan diluar komponen distribusi adlaah gangguan yang berasal dari luar alat itu sendiri, yang menyebabkan jaringan padam. Gangguan terjadi karena faktor alam, dan kondisi di sekitar jaringan..

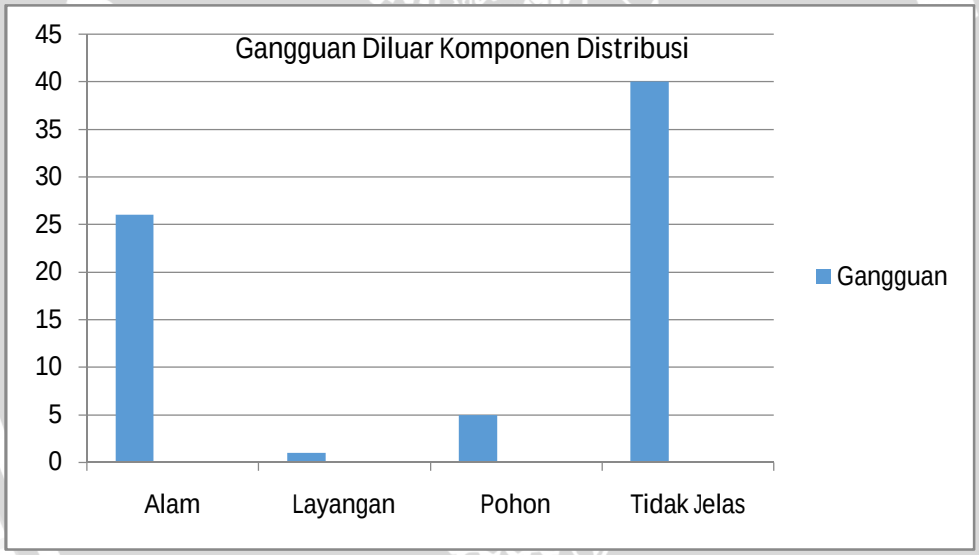
Gangguan pada komponen distribusi adlah gangguan yang berasal dari dalam alat itu sendiri, yang menyebabkan jaringan padam. Gangguan terjadi karena berbagtai faktor, diantaranya masa usia pakai komponen, keausan komponen, beban lebih, tegangan dan arus tidak normal dan lain-lain yang menyebabkan gagal beroperasinya alat tersebut.

Berikut ini adalah data gangguan penyulang Jember Kota dan Penyulang Kalisat:

A. Penyulang Jember Kota



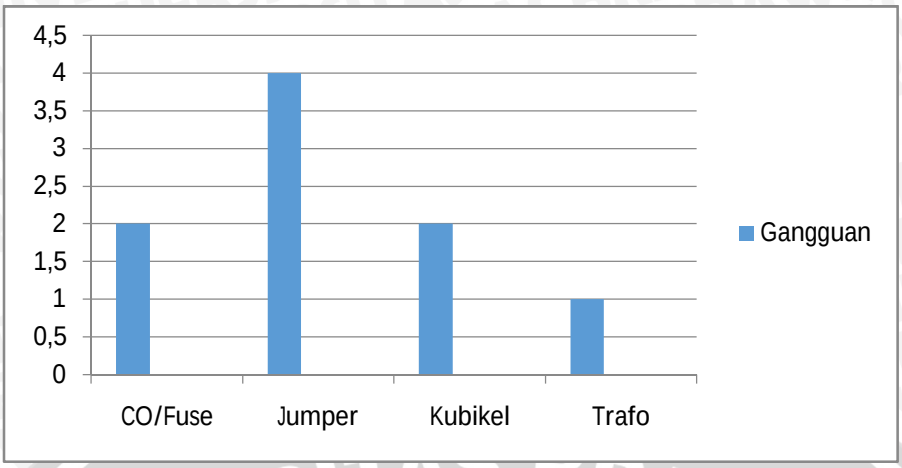
Gambar 4.5 gangguan pada komponen penyulang Jember Kota



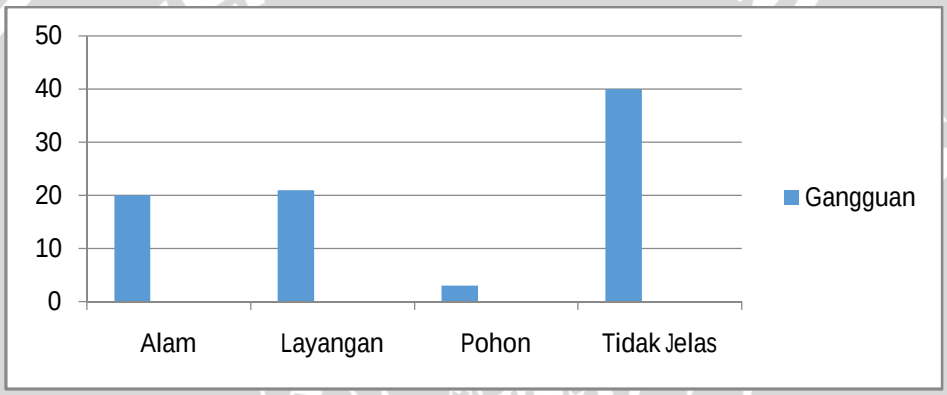
Gambar 4.6 Gangguan diluar komponen distribusi penyulang Jember Kota

Dari gambar 4.5 dan gambar 4.6 di atas, dapat disimpulkan bahwa gangguan pada penyulang Jember Kota sebagian besar dari alam, dan sebagian kecil berasal dari gangguan komponen distribusinya, maka diperlukan perawatan yang lebih instensif dan mengikuti standar operasional yang telah ditentukan (SOP).

B. Penyulang Kalisat



Gambar 4.7 Gangguan pada komponen penyulang Kalisat



Gambar 4.8 Gangguan diluar komponen distribusi penyulang Kalisat

Dari gambar 4.7 dan gambar 4.8 di atas, dapat disimpulkan bahwa gangguan pada penyulang Kalisat sebagian besar akibat dari layangan yang terkena SUTM dan alam.Sebagian kecil berasal dari gangguan komponen distribusinya, maka diperlukan perawatan yang lebih instensif dan mengikuti standar operasional yang telah ditentukan (SOP).

4.2.3. Perbandingan Jenis Gangguan pada Penyulang

Tabel 4.3 Perbandingan jenis gangguan

Bulan	Penyulang Jember Kota				Penyulang Kalisat			
	Gangguan Temporer		Gangguan Permanen		Gangguan Temporer		Gangguan Permanen	
	kali	durasi	kali	durasi	kali	durasi	kali	durasi
Januari	7	2,33	1	3,01	7	1,67	3	3,48
Februari	11	1,38	1	1,23	7	0,71	1	0,29

Maret	4	0,77			5	0,40	4	5,00
April	10	2,92	3	3,48	8	0,64	1	0,26
Mei	5	0,78	2	0,89	4	1,54	4	7,16
Juni	8	0,47	2	7,89	5	0,91	2	0,25
Juli	6	3,11	2	1,35	3	0,12		
Agustus	5	0,5	2	8,23	4	0,59	7	6,95
September	4	0,25	2	0,15	3	0,34	8	2,28
Oktober	5	1,03	1	0,05	9	0,63	5	0,76
November	14	1,15	4	7,46	6	0,73	2	0,55
Desember	6	1,34	2	0,10	5	0,38	1	0,21
TOTAL	85	16,03	20	29,60	66	8,66	23	10,75

Untuk memudahkan pengamatan dalam melakukan perbandingan keandalan antara penyulang Jember Kota dengan penyulang Kalisat, maka dibuat tabel perbandingan jumlah gangguan dan tabel perbandingan keandalan dari kedua penyulang tersebut.

Analisis:

- Dari tabel diatas terlihat bahwa jumlah gangguan temporer pada kedua penyulang lebih banyak daripada gangguan permanen.
- Pada penyulang Jember Kota persentase jumlah gangguan temporer sebesar 80,95 % dan gangguan permanen sebesar 19,05 % dari total gangguan. Sedangkan dari persentase durasi gangguan temporer sebesar 35,13% dan gangguan permanen sebesar 64,87 % dari total gangguan.
- Pada penyulang Kalisat persentase jumlah gangguang temporer sebesar 74,16 % dan gangguan permanen temporer sebesar 4,62 % dan gangguan permanen sebesar 55,38 % dari total gangguan.

4.3 Perhitungan SAIDI dan SAIFI Berdasarkan SPLN

4.3.1 Perhitungan Laju Kegagalan (π), Laju perbaikan (r). Dan Laju perbaikan per tahun (U) pada penyulang.

A. Penyulang Jember Kota

Dalam SPLN: 59 terdapat standar waktu pemulihan pelayanan, waktu operasi kerja dan perakiraan komponen keluar.

Perkiraan angka keluar komponen sistem distribusi :

Tabel 4.4 Perkiraan komponen distribusi keluar

Indeks	Komponen	Angka keluar
A	SUTM	0,2 kali/km/tahun
B	SKTM	0,7 kali/km/tahun
C	Pemutus tenaga	0,004 kali/unit/tahun
D	Sakelar beban	0,003 kali/unit /tahun
E	Sakelar pisah	0,003 kali/unit/tahun
F	Penutup balik	0,005 kali/unit/tahun
G	Penyambung kabel	0,001 kali/unit/tahun
H	Trafo Distribusi	0,005 kali/unit/tahun
I	Pelindung jaringan	0,005 kali/unit/tahun
J	Rel tegangan rendah	0,001 kali/unit/tahun

(Sumber: SPLN 59: 1985)

Tabel 4.5 Operasi kerja dan pemulihan pelayanan

Indeks	Operasi kerja	Waktu/jam
A	Menerima panggilan adanya pemadaman dan waktu yang dibutuhkan untuk perjalanan ke G.1	0,5
A	Menerima panggilan adanya pemadaman dan waktu yang dibutuhkan untuk perjalanan ke alat penutup kembali	1
B	Waktu yang dibutuhkan untuk sampai dari satu gardu ke gardu berikutnya	0,16
B	Waktu yang dibutuhkan untuk sampai dari satu gardu ke gardu berikutnya untuk sistem spot netword	0,2
C	Waktu yang dibutuhkan untuk memeriksa indicator gangguan (untuk sistem spindle)	0,083
D	Waktu yang dibutuhkan untuk membuka/menutup sakelar beban/sakelar pisah	0,25
E	Waktu yang dibutuhkan untuk membuka/menutup sakelar beban/sakelar pisah	0,15
F	Waktu yang dibutuhkan untuk mencari lokasi gangguan pada kabel bawah tanah	3
G	Waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki kabel saluran bawah tanah	5
H	Waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki kabel saluran bawah tanah	10
I	Waktu yang dibutuhkan untuk mengganti atau memperbaiki pemutus	10

	tenaga, sakelar beban, penutup kembali, atau sakelar pisah	
Indeks	Operasi kerja	Waktu/jam
J	Waktu yang dibutuhkan untuk mengganti penyambung kabel (bulusan) untuk kabel yang berisolasi kertas	15
K	Waktu yang dibutuhkan untuk mengganti trafo distribusi	10
L	Waktu yang dibutuhkan untuk mengganti pelindung jaringan	10
M	Waktu yang dibutuhkan untuk mengganti/memperbaiki bus tegangan rendah	10

(Sumber : SPLN 59:1985)

Tabel-tabel dibawah ini merupakan data dari penyulang Jember Kota, dilihat dari titik percabangan dan titik beban.DImana terhitung laju kegagalan, laju perbaikan, dan laju perbaikan per tahun per tahun per titik beban.

Tabel 4.6 Keandalan penyulang JBRK cabang 1

No	Komponen	Km/Unit	Perakiraan Komp. Keluar	A (gangguan/tahun)	r (jam)	U (jam/tahun)
		a	b	axb	c	(axb)xc
1	SUTM	1,396	0,2	0,2792	3	0,8376
2	Trafo Distribusi	2	0,005	0,0	10	0,1
3	Rel T.R	2	0,001	0,002	10	0,02
Total				0,2912	3,2885	0,9576

Tabel 4.7 Keandalan penyulang JBRK cabang 2

No	Komponen	Km/Unit	Perakiraan Komp. Keluar	A (gangguan/tahun	r (jam)	U (jam/tahun)
		a	b	axb	c	(axb)xc
1	SUTM	1,905	0,2	0,381	3	1,143
2	Trafo Distribusi	4	0,005	0,02	10	0,2
3	Rel T.R	4	0,001	0,004	10	0,04
Total				0,405	3,4148	1,383

Tabel 4.8 Keandalan penyulang JBRK BAG 1

No	Komponen	Km/Unit	Perakiraan Komp. Keluar	A (gangguan/tahun)	r (jam)	U (jam/tahun)
		a	b	axb	c	(axb)xc
1	SUTM	5,971	0,2	1,1942	3	3,5826
2	Trafo Distribusi	13	0,005	0,065	10	0,65
3	Rel T.R	13	0,001	0,0013	10	0,013
4	LBS	1	0,003	0,003	10	0,03
Total				1,2635	3,3839	4,2756

Perhitungan Laju Kegagalan (λ) pada penyulang Jember Kota

Berdasarkan tabel 4.8 dan tabel 4.6, maka dapat dihitung λ_1(laju kegagalan percabangan 1) yaitu :

$\lambda_1 = \lambda_{BAG}\,1 + \lambda_{CAB}\,I$

= 1,2635 + 0,2912

= 1,5547 gangguan/tahun.

Berdasarkan tabel 4.8 dan tabel 4.7, maka dapat dihitung λ_2 (laju kegagalan percabangan 2) yaitu :

$\lambda_2 = \lambda_{BAG}\,1 + \lambda_{CAB}\,2$

= 1,2635 + 0,405

= 1,6685 gangguan/tahun.

$\lambda_{penyulang} = \frac{\lambda 1+\lambda 2}{Jumlahcabang}$

$= \frac{1,5547+1,6685}{2}$

= 1,6116 gangguan/tahun.

Perhitungan Laju perbaikan (r) pada penyulang Jember Kota

Berdasarkan tabel 4.8 dan tabel 4.6, maka dapat dihitung r_1 (laju perbaikan percabangan 1) yaitu :

$r_1 = \frac{\lambda BAG\ 1\ rBAG\ 1 + \lambda CAB\ 1\ rCAB\ 1}{\lambda 1}$

$= \frac{(1,2635x3,3839) + (0,2812x3,2885)}{1,5547}$

= 3,3661 Jam.

Berdasarkan tabel 4.8 dan tabel 4.7, maka dapat dihitung r2 (laju perbaikan percabangan 2) yaitu :

$r_2 = \frac{\lambda \text{ bag } 1 \text{ r bag1} + \lambda \text{ cab1 r cab1}}{\lambda 2}$

$= \frac{(1{,}2635 \text{x} 3{,}3839) + (0{,}405 \text{x} 3{,}4148)}{1{,}5547}$

= 3,6396 Jam.

$r_{sistem} = \frac{r1+r2}{Jumlahcabang}$

$= \frac{3{,}3661+3{,}6396}{2}$

= 3,5029 Jam

Perhitungan Laju perbaikan per tahun (U) pada penyulang Jember Kota

Berdasarkan tabel 4.8 dan tabel 4.6, maka dapat dihitung U, (laju perbaikan per tahun percabangan 1) yaitu :

$U_1 = \lambda_1 r_1$

= 1,5547 x 3,3661

= 5,2333 Jam/tahun

Berdasarkan tabel 4.8 dan tabel 4.7, maka dapat dihitung U_2 (laju perbaikan per tahun percabangan 2) yaitu :

$U_2 = \lambda_2 r_2$

= 1,6685 x 3,66396

= 6,0726 Jam/tahun

$U_{penyulang} = \frac{U1+U2}{Jumlahcabang}$

$= \frac{5{,}2333+6{,}0726}{2}$

= 5,653 Jam/tahun.

B. Penyulang Kalisat

Tabel 4.9 Keandalan penyulang KLST cabang 1

No	Komponen	Km/ Unit	Perakiraan Komp. Keluar	A (gangguan/tahun)	r (jam)	U (jam/tahun)
		a	b	axb	c	(axb)xc
1	SUTM	1,282	0,2	0,2564	3	0,7692
2	Trafo Distribusi	3	0,005	0,015	10	0,15
3	Rel T.R	3	0,001	0,003	10	0,03
Total				0,2744	3,4592	0,9492

Tabel 4.10 Keandalan penyulang KLST cabang 2

No	Komponen	Km/ Unit	Perakiraan Komp. Keluar	A (gangguan/tahun)	r (jam)	U (jam/tahun)
		a	b	axb	c	(axb)xc
1	SUTM	6,316	0,2	1.2632	3	3.7896
2	Trafo Distribusi	8	0,005	0,04	10	0,4
3	Rel T.R	8	0,001	0,008	10	0,08
Total				1.3112	3,2562	4.2696

Tabel 4.11 Keandalan penyulang KLST cabang 3

No	Komponen	Km/Unit	Perakiraan Komp. Keluar	A (gangguan/tahun	r (jam)	U (jam/tahun)
		a	b	axb	c	(axb)xc
1	SUTM	2,425	0,2	0,485	3	1,455
2	Trafo Distribusi	3	0,005	0,015	10	0,15
3	Rel T.R	3	0,001	0,003	10	0,03
Total				0,503	3,2505	1,635

Tabel 4.12 Keandalan penyulang KLST BAG 1

No	Komponen	Km/Unit	Perakiraan Komp. Keluar	A (gangguan/ tahun)	r (jam)	U (jam/tahun)
		A	b	Axb	c	(axb)xc
1	SUTM	8,370	0,2	1,67400	3	5,022
2	Trafo Distribusi	8	0,005	0,015	10	0,15
3	Rel T.R	8	0,001	0,003	10	0,03
4	LBS	1	0,003	0,003	10	0,03
Total				1,749	2,9914	5,232

Perhitungan Laju perbaikan (r) pada penyulang Kalisat

Berdasarkan tabel 4.12 dan tabel 4.9, maka dapat dihitung r1 (laju perbaikan percabangan 1) yaitu :

λ_1 $= \lambda\ bag_1 + \lambda\ cab_1$

$= 1,749 + 0,274$

$= 2,023$ gangguan/tahun

Berdasarkan tabel 4.12 dan tabel 4.10, maka dapat dihitung r2 (laju perbaikan percabangan 2) yaitu :

λ_2 $= \lambda\ bag_1 + \lambda\ cab_2$

$= 1,749 + 1,311$

$= 3,06$ gangguan/tahun

Berdasarkan tabel 4.12 dan tabel 4.11, maka dapat dihitung r3 (laju perbaikan percabangan 3) yaitu :

λ_3 $= \lambda\ bag1 + \lambda\ cab3$

$= 1,749 + 0,503$

$= 2,252$ gangguan/tahun.

$r_{penyulang} = \frac{\lambda 1 + \lambda 2 + \lambda 3}{Jumlahcabang}$

$= \frac{2,023 + 3,06 + 2,252}{3} = 2,445$ gangguan/tahun

Perhitungan Laju perbaikan per tahun (U) pada penyulang Kalisat

Berdasarkan tabel 4.12 dan tabel 4.9, maka dapat dihitung U1 (laju perbaikan per tahun percabangan 1) yaitu :

$r_1 = \frac{\lambda BAG1\ rBAG1 + \lambda CAB1\ rCAB1}{\lambda 1}$

$= \frac{(1{,}749x2{,}9914)+(0{,}2744x3{,}4592}{2{,}023}$

= 3,0554 jam.

Berdasarkan tabel 4.12 dan tabel 4.10, maka dapat dihitung r2 (laju perbaikan per tahun percabangan 2) yaitu :

$r_2 = \frac{\lambda BAG1\ rBAG1 + \lambda CAB2\ rCAB2}{\lambda 2}$

$= \frac{(1{,}749x2{,}9914)+(1{,}3112x3{,}2562}{2{,}023}$

= 4,6967 Jam.

Berdasarkan tabel 4.12 dan tabel 4.11, maka dapat dihitung r3 (laju perbaikan per tahun percabangan 3) yaitu :

$r_3 = \frac{\lambda BAG1\ rBAG1 + \lambda CAB3\ rCAB3}{\lambda 3}$

$= \frac{(1{,}749x2{,}9914)+(0{,}503x3{,}2505}{2{,}023}$

= 3,3944 Jam.

$r_{sistem} = \frac{r1+r2+r3}{Jumlahcabang}$

$= \frac{3{,}0554+4{,}6967+3{,}3944}{3}$

= 3,7155 Jam

Berdasarkan tabel 4.12 dan tabel 4.9, maka dapat dihitung U1 (laju perbaikan per tahun percabangan 1) yaitu :

$U_1 = \lambda_1 r_1$

= 2,023 x 3,0554

= 6,181 Jam/tahun

Berdasarkan tabel 4.12 dan tabel 4.10, maka dapat dihitung U2 (laju perbaikan per tahun percabangan 2) yaitu :

$U_2 = \lambda_2\ r_2$

= 3,06 x 4,6967

= 14,3719 Jam/tahun

Berdasarkan tabel 4.12 dan tabel 4.11, maka dapat dihitung U3 (laju perbaikan per tahun percabangan 3) yaitu :

$U_3 = \lambda_3 r_3$

= 2,252 x 3,3944

= 7,6442 Jam/tahun

Tabel 4.13 Nilai SAIDI – SAIFI penyulang Jember Kota dan Kalisat

No	Penyulang	Indikator	Realisasi	Target PLN
1	Jember Kota	SAIDI	3,987	4,515
		SAIFI	8,343	14,610
2	Kalisat	SAIDI	8,345	4,515
		SAIFI	7,850	14,610

Analisis:

- Penyulang Kalisat mempuyai penyimpangan nilai realisasi SAIDI terhadap target PLN. Hal ini menunjukkan bahwa penyulang Kalisat mempunyai tingkat keandalan yang rendah.
- Nilai realisasi SAIDI – SAIFI penyulang Jember Kota lebih kecil dibandingkan dengan target dari PLN (APJ Jember). Hal ini menunjukkan bahwa penyulang Jember Kota mempunyai tingkat keandalan yang tinggi.
- Target PLN dibuat dan ditentukan oleh pihak PLN yaitu APJ Jember berdasarkan perhitungan kondisi jaringan serta perhitungan beban penyulang.
- Nilai SAIFI target PLN masih besar bila dibandingkan dengan nilai SAIFI perhitungan berdasarkan SPLN.
- Perhitungan SPLN merupakan hasil dari perhitungan laju kegagalan dan laju perbaikan per tahun komponen distribusi masing-masing penyulang.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil perhitungan, nilai SAIDI penyulang Jember Kota per tahun sebesar 3,897 jam / tahun, dan SAIFI per tahun sebesar 8,343 pemadaman / tahun. Sedangkan standart PLN untuk SAIDI 4,515 jam / tahun dan SAIFI 14,610 pemadaman / tahun.

   Berdasarkan perhitungan dari SPLN pada penyulang Jember Kota, laju kegagalan per tahun (λ) sebesar 1,6116 gangguan / tahun dengan rata – rata laju perbaikan per tahun (U) 5,653 jam / tahun. Sedangkan persentase jumlah gangguan temporer pada penyulang Jember Kota sebesar 80,95 % dan gangguan permanen sebesar 19,05 % dari total gangguan.

2. Berdasarkan hasil perhitungan, nilai SAIDI penyulang Kalisat per tahun sebesar 8,345 jam / tahun, dan SAIFI per tahun sebesar 7,850 pemadaman / tahun. Sedangkan standart PLN untuk SAIDI 4,515 jam / tahun dan SAIFI 14,610 pemadaman / tahun.

   Berdasarkan perhitungan dari SPLN pada penyulang Kalisat, laju kegagalan per tahun (λ) sebesar 2,445 gangguan / tahun dengan rata – rata laju perbaikan per tahun (U) 9,399 jam / tahun. Sedangkan persentase jumlah gangguan temporer pada penyulang Jember Kota sebesar 74,16 % dan gangguan permanen sebesar 25,84 % dari total gangguan.

3. Pada penyulang Jember Kota nilai realisasi SAIDI sebesar 3,897 jam / tahun sedangkan SAIFI sebesar 8,343 pemadaman / tahun, nilai tersebut lebih kecil dibandingkan dengan target dari PLN APJ Jember untuk SAIDI sebesar SAIDI 4,515 jam / tahun dan SAIFI 14,610 pemadaman / tahun, hal ini menunjukkan bahwa penyulang Jember Kota mempunyai tingkat keandalan yang tinggi.

4. Sedangkan Pada penyulang Kalisat nilai realisasi SAIDI sebesar 8,345 jam / tahun sedangkan SAIFI sebesar 7,850 pemadaman / tahun, nilai tersebut lebih besar

dibandingkan dengan target dari PLN APJ Jember untuk SAIDI sebesar SAIDI 4,515 jam / tahun dan SAIFI 14,610 pemadaman / tahun dan terjadi penyimpangan nilai realisasi SAIDI sebesar 4,515 jam/tahun. Hal ini menunjukkan bahwa penyulang Jember Kota mempunyai tingkat keandalan yang rendah.

5.2 Saran

1. Dengan penambahan recloser pada jaringan dapat menurunkan nilai SAIDI – SAIFI sehingga dapat mengurangi energi yang tidak terjual. Disamping itu perlu diadakannya penelitian atau analisa terhadap penambahan recloser dilihat dari sisi ekonomi.
2. Diadakannya penelitian lebih lanjut khususnya mengenai penyulang dengan memperhatikan faktor – faktor lain yang mempengaruhi dari keandalan itu sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

1. Gonen, Turan. 1986. “Electric Power Distribution System Engineering”, McGraw-Hill International Edition.
2. Pabla AS, Abdul Hadi,”*Sistem Distribusi Daya Listrik*”, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1986.
3. Pabla, AS & Abdul Hadi, Ir. 1986. “*Sistem Distribusi Daya Listrik*”, Jakarta,: Erlangga.
4. Sudirham, Sudaryatno. 2012. “*Analisis Sistem Tenaga”*. Bandung: Darpublic.
5. Sulasno,“*Teknik dan Sistem Distribusi Tenaga Listrik*”, Badan Penerbit Universitas Diponegoro Semarang 2001.
6. Standar PLN (SPLN) No. 59. 1985. “*Keandalan Pada Sistem Distribusi 20kV dan 6kV*”.Jakarta : Departemen Pertambangan dan Energi.
7. Standar PLN (SPLN) No. 68-2. 1986. “*Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik (bagian dua: Sistem Distribusi)*”.Jakarta : Departemen Pertambangan dan Energi.
8. William D Stevenson,”*Analisis Sistem Tenaga Listrik ediisi IV*”, Penerbit Erlangga Bandung, 1983.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

Data panjang SKTM dan SUTM

NO	Nama Penyulang	Gardu Induk	Trafo	Panjang Jaringan (kms)		
				SKTM	SUTM	Total
1	SAR	Jember	I	750	424669	425419
2	CPA	Jember	I	211	8072	8283
3	CKR	Jember	I	1510	17840	19350
4	BRO	Jember	II	14420	400	14820
5	PBU	Jember	II	200	113106	113306
6	JBRK	Jember	II	230	124363	124593
7	NLD	Jember	II	146	192460	35456
8	MKY	Jember	III	150	57066	33819
9	PMK	Jember	III	1183	32636	26400
10	PMD	Jember	III	16400		95615
11	SKA	Jember	III	90	51817	65945
12	BLP	Jember	III	409	260464	192606
13	SKW	Tanggul	II	190	118.804	118.994
14	LWD	Tanggul	II	146	3310	51907
15	BLG	Tanggul	II	750	94865	95.615
16	CTYN	Tanggul	II	75	65970	1521894
17	CBLG	Tanggul	II	620	151574	52460
18	PKD	Tanggul	III	215	52245	6895
19	BGT	Tanggul	III	995	5900	99851
20	PKK	Tanggul	III	1780	97071	205
21	PHY	Tanggul	III	205	-	8081
22	CCR	Tanggul	III	751	7330	111549
23	KBRD	Tanggul	III	170	111379	2400
24	SDW	Tanggul	III	1200	1200	115464
25	PWR	Tanggul	III	100	115364	25854
26	CJK	Tanggul	III	285	25569	209471
27	SMD	Lumajang	I	150	209321	175743
28	BBG	Lumajang	I	2274	173469	210272
29	CSK	Lumajang	I	110	105026	215026
30	BNW	Lumajang	I	330	554071	34149

31	JTY	Lumajang	I	170	335948	135948
32	SDE	Lumajang	I	200	135748	272231
33	JPK	Lumajang	II	110	105026	215026
JUMLAH				**57525**	**3.450.014**	**3.507.539**

Data Jumlah pelanggan penyulang JBRK per Gardu Distribusi

NO	PENYULANG	NAMA GARDU	JUMLAH PELANGGAN	DAYA (VA)
1	JBRK	BBAK	215	108850
2	JBRK	BBDN	100	62550
3	JBRK	BBH	150	90400
4	JBRK	BBKM	91	55800
5	JBRK	BJRN	117	85150
6	JBRK	BKGS	161	92650
7	JBRK	BKPN	93	55300
8	JBRK	BKR	77	40950
9	JBRK	BLBG	34	28350
10	JBRK	BOGO	77	40950
11	JBRK	BPT	188	104700
12	JBRK	CBCT	78	70200
13	JBRK	CBCY	107	80900
14	JBRK	CBN	364	246300
15	JBRK	CGGR	26	22050
16	JBRK	CIDE	151	97150
17	JBRK	SKLR	137	68400
18	JBRK	CKSL	120	69200
19	JBRK	CLL	694	458550
20	JBRK	CMUG	42	29700
21	JBRK	CMYG	23	11700
22	JBRK	CPLK	80	74800
23	JBRK	CPN	386	223650
24	JBRK	CPRI	91	45000
25	JBRK	CRCT	34	30500
26	JBRK	CSNG	224	125050
27	JBRK	CTJ	150	157500
28	JBRK	DCMG	76	39150

29	JBRK	DMCN	153	78650
30	JBRK	DMLT	95	51750
31	JBRK	DMR	263	242100
32	JBRK	DSKH	386	221250
33	JBRK	GNPY	99	65150
34	JBRK	GUKE	75	47700
35	JBRK	KBJA	109	63250
36	JBRK	KBRS	141	79600
NO	PENYULANG	NAMA GARDU	JUMLAH PELANGGAN	DAYA (VA)
37	JBRK	KCCG	82	45500
38	JBRK	KCKA	82	73800
39	JBRK	KCLD	125	85450
40	JBRK	KCPD	113	62950
41	JBRK	KCPN	117	64700
42	JBRK	KDD	210	113750
43	JBRK	KDUA	93	544500
44	JBRK	KLIO	146	90300
45	JBRK	KNL	202	117300
46	JBRK	KNOG	146	97450
47	JBRK	JBRKG	191	118050
48	JBRK	KSDO	202	114850
49	JBRK	KTMJ	148	91650
50	JBRK	LBG	203	119950
51	JBRK	LGRJ	22	19350
52	JBRK	LWB	550	391900
53	JBRK	LWCR	79	48050
54	JBRK	LWDL	221	133200
55	JBRK	MGJ	333	205000
56	JBRK	MGK	360	293050
57	JBRK	MGR	751	533700
58	JBRK	MNJL	322	185050
59	JBRK	MRHY	22	19800
60	JBRK	PLSR	199	104400
61	JBRK	PMRG	72	41350

62	JBRK	PNCT	192	124200
63	JBRK	PNJR	142	77750
64	JBRK	PNTR	237	129350
65	JBRK	PPCT	80	70750
66	JBRK	PSBN	163	92250
67	JBRK	PSLM	72	40500
68	JBRK	PSRM	217	115650
69	JBRK	SBDN	55	30150
70	JBRK	SBDY	58	51650
71	JBRK	SCBY	8	7200
72	JBRK	SCKS	75	55950
73	JBRK	SCLL	184	141500
NO	PENYULANG	NAMA GARDU	JUMLAH PELANGGAN	DAYA (VA)
74	JBRK	SCPD	58	51650
75	JBRK	SCPR	60	31500
76	JBRK	SCTJ	211	119200
77	JBRK	SGLI	147	76450
78	JBRK	SKCK	57	51700
79	JBRK	SLBG	9	8100
80	JBRK	SLWC	68	39150
81	JBRK	SMGJ	177	97600
82	JBRK	SMGK	188	143350
83	JBRK	SMGR	104	74500
84	JBRK	SNGL	95	53550
85	JBRK	SPBN	3	4000
86	JBRK	SPNY	4	3600
87	JBRK	SSCT	92	82800
88	JBRK	SSK	342	239200
89	JBRK	SSLB	154	110050
90	JBRK	STHG	309	194300
91	JBRK	STJJ	116	714500
92	JBRK	TJJ	515	329250
93	JBRK	WRLG	325	224850
94	JBRK	CBT	605	504200

95	JBRK	CBTG	510	388250
96	JBRK	CRJ	130	98100
97	JBRK	CPL	397	387750
98	JBRK	CTM	795	569950
99	JBRK	JATG	123	184200
100	JBRK	SGL	1078	1.045.150
101	JBRK	STJG	213	220100
102	JBRK	TTG	844	854350
Total			19710	14.366.150

Data Jumlah pelanggan penyulang KLST per Gardu Distribusi

NO	PENYULANG	NAMA GARDU	JUMLAH PELANGGAN	DAYA (VA)
1	KLST	BBUS	83	207100
2	KLST	BGI	500	305550
3	KLST	BLS	602	670400
4	KLST	BSP	169	98600
5	KLST	CRO	332	184400
6	KLST	CTB	100	60300
7	KLST	DCI	295	179100
8	KLST	DSH	316	191600
9	KLST	GNCS	22	13100
10	KLST	GPI	205	112950
11	KLST	HSBD	62	127400
12	KLST	IJY	234	137650
13	KLST	IND	785	624950
14	KLST	JUDA	102	313600
15	KLST	KGDG	295	190250

16	KLST	KGRG	516	498150
17	KLST	LOA	241	144300
18	KLST	LWK	389	229500
19	KLST	LWM	1004	639550
20	KLST	LWO	507	485900
21	KLST	MITA	3	8400
22	KLST	PBIP	99	81350
23	KLST	PGGD	441	319800
24	KLST	PKTS	62	193550
25	KLST	PKUK	16	14800
26	KLST	PMKT	34	215350
27	KLST	PPG	660	509400
28	KLST	PRH	568	371650
29	KLST	PSIT	664	859700
30	KLST	PTB	764	951350
31	KLST	PTGG	189	158900
32	KLST	RCBR	191	127250
33	KLST	RCG	424	318100
34	KLST	RCKY	43	30600
35	KLST	SAGU	63	110200
36	KLST	SBLS	161	106450
NO	PENYULANG	NAMA GARDU	JUMLAH PELANGGAN	DAYA (VA)
37	KLST	SDRN	16	12450
38	KLST	SDT	279	161000
39	KLST	SHI	226	149100
40	KLST	SJK	557	406150
41	KLST	SLO	570	373000
42	KLST	SMAP	657	631900
43	KLST	SNG	321	210850
44	KLST	SPL	643	561600
45	KLST	SRD	916	552200
46	KLST	TBBT	66	70800
47	KLST	TLJ	118	78650
48	KLST	YHNS	286	214100

49	KLST	AWJ	249	142200
50	KLST	BGG	328	185900
51	KLST	BNKL	1	1.730.000
52	KLST	BNS	67	39150
53	KLST	BRS	415	244750
54	KLST	BRSA	145	87250
55	KLST	CBSG	187	99350
56	KLST	CDDA	271	176600
57	KLST	CDG	529	317400
58	KLST	CDH	457	381250
59	KLST	CDO	396	238650
60	KLST	CDR	625	369050
61	KLST	CGWO	109	54000
62	KLST	CHJ	481	295700
63	KLST	CIBG	87	68700
64	KLST	CIPT	123	62550
65	KLST	CKD	634	359800
66	KLST	CLC	802	484400
67	KLST	CNJ	418	258600
68	KLST	CNJS	131	78300
69	KLST	CNSA	188	1211550
70	KLST	CNTG	149	91250
71	KLST	CRH	143	82450
72	KLST	CSY	809	543850
73	KLST	DCL	415	231800
NO	PENYULANG	NAMA GARDU	JUMLAH PELANGGAN	DAYA (VA)
74	KLST	DST	616	609500
75	KLST	DWG	408	266850
76	KLST	GNMI	66	38700
77	KLST	HINI	1	105000
78	KLST	JMN	274	220750
79	KLST	KCBY	53	27750
80	KLST	KPMB	539	411300
81	KLST	KPNG	125	72400

82	KLST	KRCG	331	183600
83	KLST	KSD	354	205700
84	KLST	KTYS	338	213000
85	KLST	LKG	101	56650
86	KLST	LWAD	116	75950
87	KLST	NDT	411	246100
88	KLST	NGGH	5	4500
89	KLST	NGK	229	136700
90	KLST	NSW	355	206050
91	KLST	NTL	96	72350
92	KLST	PGGR	105	72700
93	KLST	PGN	381	316300
94	KLST	PGPR	207	166150
95	KLST	PRJ	631	467650
96	KLST	PSG	332	233900
97	KLST	RDP	682	529250
98	KLST	RMD	588	360650
99	KLST	RUKO	330	253100
100	KLST	SDKH	85	44050
101	KLST	SDRN	589	539300
102	KLST	SDST	190	181150
103	KLST	SGR	157	92600
104	KLST	SHN	384	227100
105	KLST	SJMN	140	139700
106	KLST	SKG	402	253200
107	KLST	SKMT	306	150550
108	KLST	KLSTC	219	125350
109	KLST	SKS	461	282750
110	KLST	SKST	442	230200
NO	PENYULANG	NAMA GARDU	JUMLAH PELANGGAN	DAYA (VA)
111	KLST	SNDT	165	102950
112	KLST	SNSW	138	81200
113	KLST	SRDP	379	248400
114	KLST	SROG	105	58050

115	KLST	STJA	50	29250
116	KLST	STMR	98	50850
117	KLST	STNK	80	43200
118	KLST	TELK	114	127700
119	KLST	TJA	398	236450
120	KLST	TJN	122	76700
121	KLST	TKHP	466	271300
TOTAL			**37119**	**29.102.050**

LAMPIRAN 2

Data Profil Gangguan Penyulang

GI	Penyulang	Bulan												Total
		JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOP	DES	
Jember	SAR	3	1	1	1	3	9		2	5	5	4	5	38
	CPK		2	3	6		1	1		1	1	1	1	17
	CKR	3	2		3	3	4	3	2	1	1	3	2	27
	BRO		1									1		2
	PBU	2	5	5	8	1	3	2	4	23	17	20	13	103
	JBRK	8	9	9	4	3	1	7	5	1	8	8	13	76
	NLD	5	10	9	2			1	2		1	1	3	34
	MKY		7	9	8	5	2	5	3	1	6	5	8	59
	PMK	10	14	6	4	2	3	3	2	10	8	9	7	78
	PMD				1					2		1	1	5
	SKA					2			1			1		5
	BLP												1	1
Tanggul	SKW	9	9	7	9	8	7	8	10	12	14	8	10	111
	LWD	2	1	2	2	1	3	2	3	6		3	4	29
	BLG	5	13	4	12	7	9	5	5	5	7	14	10	96
	CTYN	13	5	8	7	1	1	3	1	4	3	1	5	52
	CBLG	12	4	6	10	3	1	4	3	5	7	2	6	63
	PKD	3	1	1	1	1	1	2	5		2	4	1	22
	BGT	2				2	3	1				1		9
	PKK	6	4	14	3		1	3	1	1	1	4	2	40
	PHY													0
	CCR	5		3	7	4	2	10	1	2	2		5	41
	KBRD			3	6	2	2	2		2		7	7	31
	SDW	2	13	1			1		1		1		1	20
	PWR	4	3	2	1	5	2	1	1	3		6	6	34
	BJK	2	1		2	1	1	2		3		2	7	19
Lumajang	SMD	5	8	5	5	3	6	2	1	3	3	1	2	42
	BBG	2	2	1	1	5	2	5	3	3		3	3	29
	CSK	1	22	1	1				1		1		1	28
	BNW	1	10	2	2		1			1			1	18
	JYT	2	16	1		1						2	5	27
	SDE	1	4	1	1					1			2	10
	JPK	7	4	7	2	2	1	2		2	3	4	11	45
JUMLAH		115	120	111	109	65	67	74	57	91	92	116	137	1154

(Sumber : PT. PLN APJ Jember)